

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Российский государственный профессионально–педагогический
университет»

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ СБОРКИ И СВАРКИ ЛОНЖЕРОНА

Выпускная квалификационная работа

Направление подготовки 44.03.04 Профессиональное обучение (по отраслям)
Профиль Машиностроение и материалобработка
Профилизация Технологии и технологический менеджмент в сварочном
производстве

Идентификационный код ВКР: 129

Екатеринбург 2019

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Российский государственный профессионально–педагогический
университет»

К ЗАЩИТЕ ДОПУСКАЮ:
Заведующий кафедрой
_____ Б.Н.Гузанов

«____» _____ 2019 г.

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ СБОРКИ И СВАРКИ ЛОНЖЕРОНА

Идентификационный код ВКР: 129

Исполнитель:
студент группы ЗСМ-405С

А.А. Неучев

Руководитель:
доц., канд. пед. наук

М.А. Федулова

Нормоконтролер:
доц., канд. техн. наук

Л.Т. Плаксина

Екатеринбург 2019

АННОТАЦИЯ

Выпускная квалификационная работа содержит 67 листов машинописного текста, 21 рисунок, 7 таблиц, 28 использованных источников литературы, графическую часть на 5 листах, 1 приложение.

Ключевые слова: ЛОНЖЕРОН, АВТОМАТИЧЕСКАЯ СВАРКА ПОД СЛОЕМ ФЛЮСА, ТЕХНОЛОГИЯ СБОРКИ, ТЕХНОЛОГИЯ СВАРКИ, ПРОГРАММА ПЕРЕПОДГОТОВКИ РАБОЧИХ, ПРОФЕССИЯ «ОПЕРАТОР АВТОМАТИЧЕСКОЙ СВАРКИ ПЛАВЛЕНИЕМ».

Неучев А.А. Разработка технологии сборки и сварки лонжерона: выпускная квалификационная работа / А.А. Неучев; Рос. гос. проф.-пед. ун-т, Ин-т. Инж.-пед. образования, Каф. инжиниринга и профессионального обучения в машиностроении и металлургии. – Екатеринбург, 2019. – 67 с.

Краткая характеристика содержания ВКР:

1. Тема выпускной квалификационной работы: «Разработка технологии сборки и сварки лонжерона».

2. Цель работы: провести анализ базовой технологии изготовления лонжерона, разработать технологический процесс сборки и автоматической сварки лонжерона под слоем флюса.

3. В ходе выполнения выпускной квалификационной работы проведен анализ базовой технологии изготовления лонжерона, разработан технологический процесс сборки и автоматической сварки лонжерона под слоем флюса, подобраны сварочная проволока и сварочный флюс, рассчитаны параметры режимов автоматической сварки таврового соединения, подобрано сварочное оборудование и скомпонованы установка для сборки и установка для автоматической сварки продольных швов.

					ДП 44.03.04.129. ПЗ					
					<div>Выпускная квалификационная работа</div>					
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата				Лит.	Масса	Масштаб
Разраб.		Неучев А.А.								1:1
Провер.		Федулова М.А.								
Т. Контр.					Лист			4	Листов	67
Реценз.										
Н. Контр.		Плаксына Л.Т.						ФГАОУ ВП РГНТУ ИППО, ЗСМ-405С		
Утв.		Гузанов Б.Н.								

АННОТАЦИЯ

Выпускная квалификационная работа содержит 67 листов машинописного текста, 21 рисунок, 7 таблиц, 19 использованных источников литературы, графическую часть на 5 листах, 1 приложение.

Ключевые слова: ЛОНЖЕРОН, АВТОМАТИЧЕСКАЯ СВАРКА ПОД СЛОЕМ ФЛЮСА, ТЕХНОЛОГИЯ СБОРКИ, ТЕХНОЛОГИЯ СВАРКИ, ПРОГРАММА ПЕРЕПОДГОТОВКИ РАБОЧИХ, ПРОФЕССИЯ «ОПЕРАТОР АВТОМАТИЧЕСКОЙ СВАРКИ ПЛАВЛЕНИЕМ».

Неучев А.А. Разработка технологии сборки и сварки лонжерона: выпускная квалификационная работа / А.А. Неучев; Рос. гос. проф.-пед. ун-т, Ин-т. Инж.-пед. образования, Каф. инжиниринга и профессионального обучения в машиностроении и металлургии. – Екатеринбург, 2019. – 67 с.

Краткая характеристика содержания ВКР:

1. Тема выпускной квалификационной работы: «Разработка технологии сборки и сварки лонжерона».

2. Цель работы: провести анализ базовой технологии изготовления лонжерона, разработать технологический процесс сборки и автоматической сварки лонжерона под слоем флюса.

3. В ходе выполнения выпускной квалификационной работы проведен анализ базовой технологии изготовления лонжерона, разработан технологический процесс сборки и автоматической сварки лонжерона под слоем флюса, подобраны сварочная проволока и сварочный флюс, рассчитаны параметры режимов автоматической сварки таврового соединения, подобрано сварочное оборудование и скомпонованы установка для сборки и установка для автоматической сварки продольных швов.

					ДП 44.03.04.129. ПЗ	Лист
						4
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

В методической части изучено и проанализировано содержание профессиональных стандартов для рабочих профессий: 1) «Сварщик частично механизированной сварки плавлением»; 2) «Оператор автоматической сварки плавлением», их трудовые функции, трудовые действия, необходимые умения и знания. Разработана программа переподготовки рабочих по профессии «Оператор автоматической сварки плавлением» 4-го разряда.

4. Разработанная технология может быть использована в рамках промышленного производства.

					ДП 44.03.04.129. ПЗ	Лист
						5
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	6
1 Описание изделия	8
1.1 Характеристика изделия	8
1.2 Характеристика основного металла	9
1.3 Расчёт свариваемости	10
1.4 Разработка технологии сварки	12
1.5 Расчёт параметров режима сварки	18
1.6 Определение механических свойств металла шва	23
1.7 Оборудование для сварки	27
1.8 Ультразвуковой контроль изделия	36
1.9 Технология сварки лонжерона	39
2 Методический раздел	47
2.1 Сравнительный анализ Профессиональных стандартов	47
2.2 Разработка учебного плана переподготовки по профессии «Оператор автоматической сварки плавлением»	54
2.3 Разработка учебной программы предмета «Спецтехнология»	56
2.4 Разработка плана урока по теме «Оборудование для автоматической сварки под слоем флюса»	57
Заключение	62
Список использованных источников	63
Приложение А - Спецификация	67

ВВЕДЕНИЕ

Целью данного дипломного проекта является разработка технологии изготовления при помощи автоматической сварки под флюсом продольных швов лонжерона, который служит силовым элементом конструкции вагонов, располагающийся по длине конструкции.

Предметом разработки является оборудование, специализированное для выполнения сварки лонжерона – направляющая, по которой перемещается сварочный автомат, сборочный стенд.

Для выполнения транспортных операции предусмотрена компоновка участка для сварки в цехе с мостовым краном.

Выполнение работы имеет своей целью закрепление, углубление, расширение и систематизацию теоретических знаний, а также приобретение навыков и опыта выполнения конструкторских и технологических расчетов.

Сварочное производство – комплексное производство, включающее в себя основные операции, (сборку, сварку, и др.); вспомогательные операции (транспортные, контрольные и т.п.). При осуществлении собственно сварочных операций, в том числе при применении автоматизированных способов сварки, выполняются вспомогательные приемы по установке и кантовке изделий под сварку, зачистку кромок и швов, сборку флюса, установку автомата вначале шва, отводу автомата или перемещению изделия и др. На выполнение этих приемов приходится в среднем 35% трудоемкости сварочных операций. Следует, что комплексная автоматизация сварочного производства имеет чрезвычайно важное значение, так как автоматизация только самого процесса сварки не может обеспечить высокий уровень автоматизации сварочных цехов.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- проанализировать базовый вариант изготовления лонжерона;
- подобрать и обосновать проектируемый способ сварки лонжерона;
- провести необходимые расчеты режимов сварки;

					ДП 44.03.04.129. ПЗ	Лист
						7
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

- выбрать и обосновать сварочное и сборочное оборудование;
- разработать технологию сборки-сварки лонжерона;
- разработать программу подготовки электросварщиков для данного вида сварки;

Таким образом, в дипломном проекте в технологической части на основе анализа базового варианта будет разработан проектируемый вариант технологического процесса изготовления лонжерона, включающий автоматическую сварку под флюсом; методическая часть - посвящена проектированию программы подготовки сварщиков, которые могут осуществлять спроектированную технологию производства лонжерона; в разделе экологичности - предложены мероприятия по охране окружающей среды.

В процессе разработки дипломного проекта использованы следующие *методы*:

- теоретические методы, включающие анализ специальной научной и технической литературы, а также обобщение, сравнение, конкретизацию данных, расчеты;
- эмпирические методы, включающие изучение практического опыта и наблюдение.

					ДП 44.03.04.129. ПЗ	Лист
						8
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

1 Описание изделия

1.1 Характеристика изделия

Лонжерон — основной силовой элемент конструкции вагонов, располагающийся по длине конструкции. Два лонжерона, соединённые поперечными элементами, образуют раму (шасси), несущую кузов, колёса и двигатель. Лонжерон представляет собой балку закрытого сечения, состоящую из двух полок и двух боковин. Лонжерон подвергается знакопеременным несимметричным динамическим нагрузкам. Основной материал изделия – сталь 10Г2С1.

Габаритные размеры лонжерона: 4622x218x320

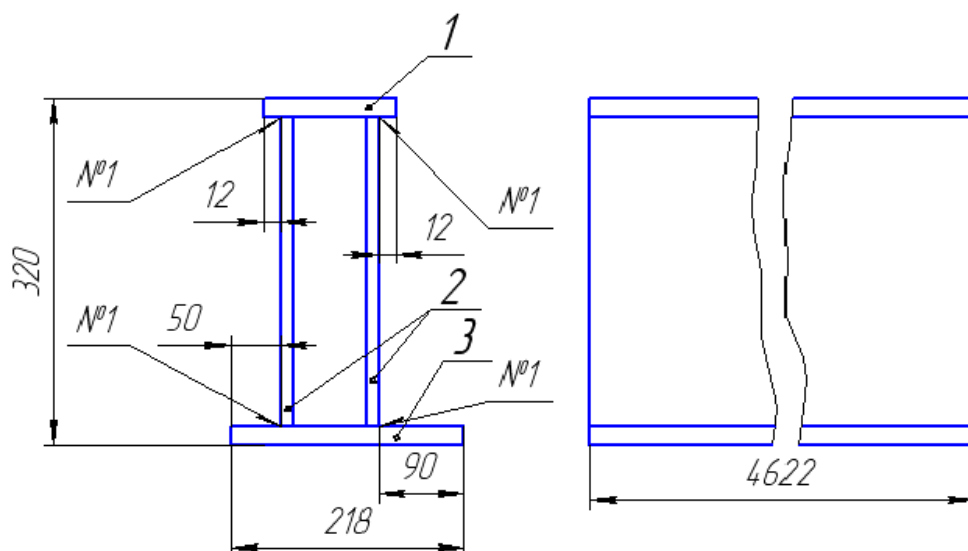


Рисунок 1 – Эскиз лонжерона

Таблица 1 - Спецификация лонжерона

№ поз.	Наименование	Размеры	Кол-во, шт.	Масса, кг
1	Полка	4622x102x15	1	92,2
2	Боковина	4622x290x10	2	208,4
3	Полка	4622x218x15	1	249,2

1.2 Характеристика основного металла

Технологические свойства стали

Сталь 10Г2С1 по ГОСТ 19281-89 - конструкционная низколегированная, применяемая для производства деталей и элементов сварных конструкций, работающих при температуре от -70°C до +425°C под давлением.

Свариваемость: без ограничений, способы сварки: РДС, АДС под флюсом и в защитном газе, ЭШС.

Температураковки: начала - 1250 °С, конца - 850 °С.

Склонность к отпускной хрупкости: не склонна

Химический состав стали

Химический состав стали 10Г2С1 по ГОСТ 19281-89 [28] приведен в таблице 2.

Таблица 2 - Химический состав стали 10Г2С1

Хим. элемент	C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	N	As	Cu
Мас. %	Не более 0,12	От 0,5 до 0,8	От 1,3 до 1,7	Не более 0,04	Не более 0,035	Не более 0,3	Не более 0,3	Не более 0,008	Не более 0,08	Не более 0,3

Механические свойства стали

Механические свойства стали 10Г2С1 по ГОСТ 19281-89:

- временное сопротивление разрыву, σ_b - 485 МПа;
- предел текучести, σ_T - 320 МПа;

					ДП 44.03.04.129. ПЗ	Лист
						10
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

- относительное удлинение, δ - 21 [%];
- относительное сужение, ψ - 0 [%];
- ударная вязкость КСЧ при температуре: + 20⁰С – 3,5 МДж/м²
минус 40⁰С – 0,6 МДж/м²
минус 70⁰С – 0,3 МДж/м².

1.2 Расчёт свариваемости стали 10Г2С1

Расчет склонности стали к образованию холодных трещин

В настоящее время применяется целый ряд прямых и косвенных методов определения склонности металла к образованию холодных трещин. Один из косвенных методов – расчётное определение эквивалентного углерода (обозначается $C_{\text{экв}}$). Различные исследователи предложили более десятка выражений для определения $C_{\text{экв}}$, существенно отличающихся коэффициентами при легирующих элементах. В практике чаще всего применяется выражение:

$$C_{\text{экв}} = C + \frac{Mn}{6} + \frac{Si}{24} + \frac{Ni}{10} + \frac{Cr}{5} + \frac{Mo}{4} + \frac{V}{14} + 5 \cdot B \quad (1)$$

Если $C_{\text{экв}} < 0,45$, то металл не склонен к образованию холодных трещин. Проведем расчёт по формуле (1). Для оценки наиболее неблагоприятного варианта, подставляем максимальные значения концентрации элементов:

$$C_{\text{экв}} = 0,12 + \frac{1,7}{6} + \frac{0,8}{24} + \frac{0,3}{10} + \frac{0,03}{5} = 0,52$$

$C_{\text{экв}} > 0,45$, делаем вывод, что основной металл склонен к образованию холодных трещин.

					ДП 44.03.04.129. ПЗ	Лист
						11
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

Для предотвращения образования холодных трещин нужно применить ряд мероприятий. Необходимо понизить содержание углерода в металле шва, то есть уменьшить долю участия основного металла (выбор типа соединения с разделкой кромок), с применением сварочной проволоки с более низким содержанием углерода. Также необходима тщательная зачистка поверхности от загрязнения, ржавчины, масла.

Расчет склонности стали к образованию горячих трещин

Склонность металла к образованию горячих трещин рассчитывается по показателю Уилкинсона (обозначается HCS). При сварке сталей с пределом прочности не более 700 МПа (в нашем случае 470 МПа), при $HCS < 4$ горячие трещины не проявляются.

Формула для расчёта показателя Уилкинсона имеет следующий вид:

$$HCS = \frac{C \cdot (S + P + Si/25 + Ni/100) \cdot 10^3}{3Mn + Cr + Mo + V} \quad (2)$$

Проведем расчёт по формуле (2). Для оценки наиболее неблагоприятного варианта подставляем максимальные значения концентраций элементов, повышающих склонность к образованию горячих трещин и минимальные значения концентраций элементов, снижающих эту склонность.

$$HCS = \frac{0,12 \cdot (0,04 + 0,035 + 0,8/25 + 0,3/100) \cdot 10^3}{3 \cdot 1,3 + 0,3} = 3,14$$

$HCS < 4$, значит появление горячих трещин маловероятно, то есть сталь 10Г2С1 не склона к образованию горячих трещин.

					ДП 44.03.04.129. ПЗ	Лист
						12
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

1.4 Разработка технологии сварки

Обоснование выбора способа сварки

Для выполнения угловых швов лонжерона в связи с высокими требованиями к качеству изделия, продолжительностью швов и массовостью производства должны быть применены механизированные способы сварки. Возможно использование следующих способов сварки: механизированной дуговой сварки плавящимся электродом в защитных газах, автоматизированной дуговой сварки под флюсом, автоматизированной дуговой сварки в защитных газах.

Механизированная дуговая сварка плавящимся электродом в защитных газах характеризуется универсальностью процесса, возможностью сварки во всех пространственных положениях, на изделиях сложной геометрической формы без применения каких-либо специальных приспособлений. После сварки не нужно производить зачистку от шлаковой корки, что увеличивает её производительность. Но производительность ограничивается диапазоном сварочного тока. Увеличение тока приводит к более сильному разбрызгиванию наплавляемого металла, ухудшению формирования шва. Механизированная дуговая сварка плавящимся электродом в защитных газах характеризуется довольно высокой скоростью охлаждения металла, что неблагоприятно для сталей, склонных к образованию холодных трещин. В нашем случае выполнение швов, длиной 4622 мм, сварщиком не целесообразно как с точки зрения производительности, так и с точки зрения стабильности качества шва.

Автоматизированная дуговая сварка под флюсом не столь универсальна с позиции выполнения сварки в различных пространственных положениях, но для сварки в нижнем пространственном положении применяется очень широко. По сравнению с механизированной дуговой сваркой плавящимся электродом в защитных газах, автоматическая дуговая сварка под флюсом характеризуется более высокой производительностью, минимальным (0,5 – 3%) коэффициентом

					ДП 44.03.04.129. ПЗ	Лист
						13
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

потерь электродного металла, более надежной защитой зоны сварки, оказывает металлургическую обработку металла шва во время сварки. Кроме того, скрытое горение дуги позволяет избежать применения каких-либо дополнительных средств защиты сварщика от её теплового и светового излучения, брызг и возможных выплесков металла сварочной ванны. Невысокая скорость охлаждения позволяет получить благоприятную структуру металла. Сварка на повышенных режимах позволяет выполнить шов при заданных толщинах металла за один проход.

Автоматизированная дуговая сварка в защитных газах имеет те же недостатки, что и механизированная дуговая сварка плавящимся электродом в защитных газах (кроме использования ручного труда). Производительность при этом способе сварки на уровне автоматизированной дуговой сварки под флюсом, но при этом не нужно проводить зачистку изделия от шлаковой корки. Следует учитывать, что при применении автоматизированной дуговой сварки в защитных газах происходит угар элементов, чего можно избежать при использовании автоматизированной дуговой сварки под флюсом.

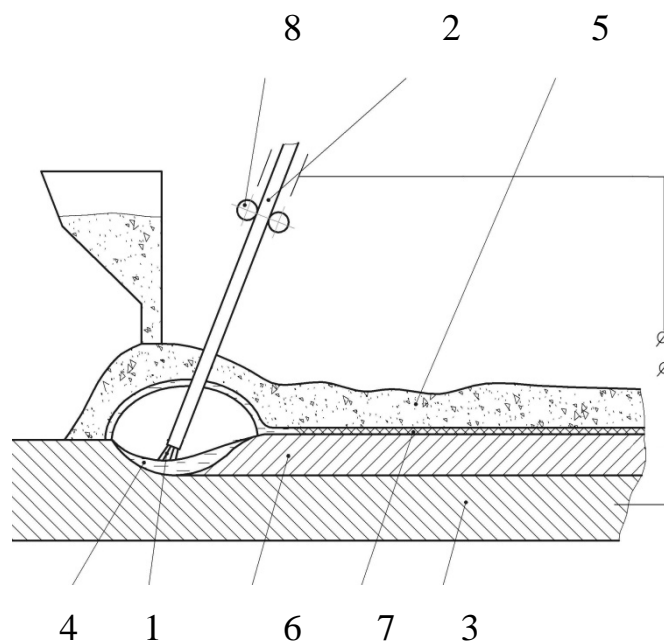
Исходя из всего вышеперечисленного, для сварки лонжерона была выбрана автоматизированная дуговая сварка под флюсом.

Для качественного формирования шва сварка выполняется в положении «в лодочку» по ГОСТ 11969-79 [23]. Это позволит получить симметричный шов, что очень важно для изделий, работающих при знакопеременных динамических нагрузках.

Сущность способа сварки под флюсом

При сварке под флюсом, изображенной на рисунке 2, дуга (1) горит между электродной проволокой (2) и изделием (3), к которому подведён ток, образуя на поверхности изделия ванну расплавленного металла (4). Наплавляемый участок покрывает толстый слой сыпучего флюса (5).

					ДП 44.03.04.129. ПЗ	Лист
						14
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		



1 – сварочная дуга; 2 – электродная проволока; 3 – наплавляемое изделие; 4 – ванна расплавленного металла; 5 – слой флюса; 6 – наплавленный валик; 7 – шлаковая корка; 8 – механизм подачи проволоки

Рисунок 2 – Схема сварки под флюсом

Дуга частично расплавляет флюс и горит внутри полости с эластичной оболочкой из расплавленного флюса – шлака. Расплавленный шлак надежно изолирует жидкий и перегретый металл от газов и воздуха, предупреждает разбрызгивание и способствует сохранению тепловой энергии дуги. После затвердевания металла образуется наплавленный валик (6), покрытый шлаковой коркой (7) и нерасплавившимся флюсом.

Выбор сварочных материалов

На механические и физико-химические свойства металла шва существенное влияние оказывает его химический состав. Поэтому для получения свойств, удовлетворяющих требованиям надежности конструкции при эксплуатации, весьма важным является правильный выбор сварочных материалов. В соответствии с этим, первым условием при выборе сварочных материалов является по-

					ДП 44.03.04.129. ПЗ	Лист
						15
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

лучение плотных беспористых швов. Вторым условием при выборе сварочных материалов является получение металла шва, обладающего высокой технологической прочностью, то есть не склонного к образованию горячих трещин. Третьим условием является получение металла шва, имеющего требуемую эксплуатационную прочность. И последним условием является получение металла шва, обладающего комплексом специальных мер (например, высокая коррозионная стойкость, жаропрочность). При сварке лонжерона никаких специальных требований к металлу шва не предъявляется.

Выбор сварочной проволоки

Выбор марки электродной проволоки для сварки – один из главных элементов разработки технологии автоматизированной дуговой сварки под флюсом. Химический состав электродной проволоки определяет состав металла шва и, следовательно, его механические свойства. При сварке стали 10Г2С1 можно использовать такие марки проволоки, как Св-08А, Св-08ГС по ГОСТ 2246-70 [18].

Проволока Св-08А предназначена для сварки (наплавки) изделий из углеродистых конструкционных сталей в защитных газах, в смесях, для сварки под флюсом. Проволока гарантирует высокие сварочно-технологические свойства, стабильность механических свойств металла шва и надежность сварных соединений. Но при сварке ответственных нагруженных конструкций основной задачей является обеспечение равнопрочности металла шва основному металлу. При использовании этой проволоки механические свойства шва будут ниже, чем механические свойства основного металла, так как данная проволока не имеет в своем составе кремния, который влияет на прочностные характеристики сварного соединения.

Проволока Св-08ГС имеет схожий химический состав с основным металлом, что обеспечит равнопрочность сварного шва с основным металлом. Проволока также гарантирует высокие сварочно-технологические свойства, стабиль-

					ДП 44.03.04.129. ПЗ	Лист
						16
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

ность механических свойств металла шва и надежность сварных соединений. Из этих соображений при сварке лонжерона будем применять проволоку Св-08ГС.

Химический состав проволоки Св-08ГС по ГОСТ 2246-70:

- углерода от 0,05 до 0,10%
- марганца от 0,35- до 0,60%
- кремния до 0,85%
- хрома до 0,20%
- никеля до 0,25%
- серы не более 0,025%
- фосфора не более 0,030%

Выбор сварочного флюса

Для сварки сталей следует применять флюсы, удовлетворяющие основным требованиям: обеспечение устойчивости процесса сварки, отсутствие кристаллизационных трещин и пор в шве, обеспечение требуемых механических свойств металла шва, хорошее формирование шва, легкая отделимость шлаковой корки, минимальное выделение вредных газов при сварке, низкая стоимость флюса.

Наиболее полно этим требованиям отвечают плавленые низкокремнистые слабоокислительные флюсы марок: АН-22, АН-47, АН-67. При сварке низколегированных сталей с применением флюсов АН-22, АН-67 обеспечивается требуемый уровень механических свойств, однако существует ряд существенных технологических недостатков: неудовлетворительно формируются швы, затруднено удаление шлаковой корки с поверхности швов, швы имеют повышенную пористость. Устранение перечисленных недостатков возможно, если использовать для сварки флюс АН-47, который обеспечивает более качественное формирование швов, легкое отделение шлаковой корки, высокую стойкость швов против кристаллизационных трещин. Высокие сварочно-технологические свойства флюса АН-47 обеспечиваются введением в его состав наряду с оксидами Al_2O_3 , ZrO_2

					ДП 44.03.04.129. ПЗ	Лист
						17
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

оксида TiO_2 , который снижает интенсивность выделения летучих фторидов при сварке, уменьшает содержание кислорода в металле шва.

Химический состав флюса АН-47 по ГОСТ 9087-81[5]: - оксид кремния от 28 до 33%

- оксид марганца от 11 до 18%
- оксид кальция от 13 до 17%
- оксид магния от 6 до 10%
- оксид алюминия II от 9 до 13%
- оксид титана IV от 4 до 7%
- оксид циркония от 1,1 до 2,5%
- оксид железа III от 0,5 до 3%
- серы не более 0,05%
- фосфора не более 0,08%

Выбранное сочетание сварочной проволоки и флюса гарантирует выполнение всех требований по механическим и физико-химическим свойствам, а также требований надежности конструкции при эксплуатации.

Эскиз сварного соединения

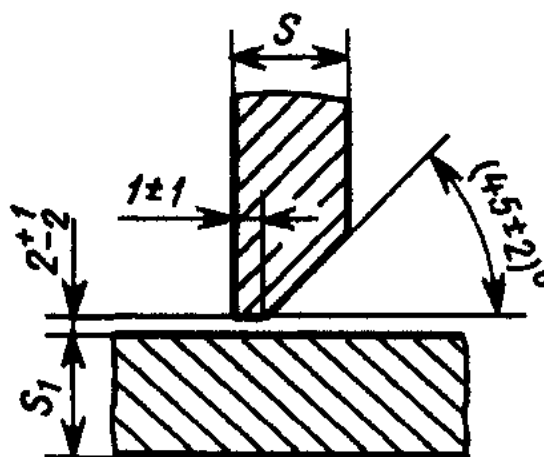
В комплекте технологической документации принят тип сварного соединения Т1. Однако этот тип соединения имеет следующие недостатки:

- Большая доля участия основного металла, что дает высокое содержание углерода в металле шва, а следовательно склонность металла шва к образованию холодных трещин;
- Конструктивный надрез и неполное проплавление, которые недопустимы для конструкций, работающих при динамических знакопеременных нагрузках.

В виду конструктивных особенностей изделия выполнить двусторонний шов невозможно.

					ДП 44.03.04.129. ПЗ	Лист
						18
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

Исходя из всего вышеперечисленного, для обеспечения сквозного проплавления и провара корня шва, предлагается заменить тип соединения Т1 на нестандартный шов по типу Т7 по ГОСТ 8713-79 [6], с минимальным зазором между свариваемыми полкой и боковиной и максимальным притуплением у скоса кромок. Это необходимо сделать во избежание прожогов.



$$s_1 \geq 0,5 s$$

Рисунок 3 – Эскиз сварного соединения Т7 по ГОСТ 8713-79 [27]

1.5 Расчёт параметров режима сварки

Режимом сварки называют совокупность основных характеристик сварочного процесса, обеспечивающего получение сварных швов заданных размеров, формы и качества. При дуговой сварке такими характеристиками являются сварочный ток, напряжение на дуге, диаметр электрода, скорость сварки и другие. Первым условием при выборе режима сварки является получение швов с оптимальными размерами и формой, обеспечивающими как высокую технологическую прочность, так и высокие эксплуатационные характеристики, то есть обеспечивающие хорошее формирование шва. Вторым условием выбора рационального режима сварки является обеспечение такого термического цикла, который

обеспечивал бы оптимальные свойства зоны термического влияния и металла шва.

Расчет режимов сварки и размеров шва для автоматической сварки под флюсом выполняется по методике В.П.Демянцевича [1].

Исходные данные:

Ширина полки, $S_1 = 15$ мм;

Ширина боковины, $S = 10$ мм;

Угол скоса кромок, $\alpha = 45^{\pm 2}$; [6]

Притупление кромок, $c = 2^{\pm 0,5}$ мм; [6]

Зазор, $b=0,5^{-0,5}$ мм; [6]

Ширина шва, $e = 14$ мм; [6]

Высота усиления, $g = 2$ мм; [6]

Диаметр электродной проволоки выбираем по таблице 3 [1].

Таблица 3 - Ограничения $d_{э.п}$ при дуговой сварки под флюсом

Диаметры электродной проволоки (мм) при сварке	
Автоматической	механизированной
1,6; 2; 2,5; 3; 4; 5; 6	1,6; 2

Определение общей площади наплавленного металла и исходных геометрических параметров сварного шва:

$$F_{\text{н}}=F_1+F_2+F_3 \quad (3)$$

где F_1 – площадь наплавленного металла, мм²;

F_2 – площадь разделки, мм²;

F_3 – площадь зазора, мм².

$$F_1 = 0,73 \cdot e \cdot g \quad (4)$$

$$F_1 = 0,73 \cdot 14 \cdot 2 = 20,44 \text{ мм}^2$$

$$F_2 = f^2 / 2 \cdot \operatorname{tg} \alpha \quad (5)$$

где

$$f = S - c \quad (6)$$

$$f = 10 - 2 = 8 \text{ мм}$$

$$F_2 = 8^2 / 2 \cdot \operatorname{tg} 45 = 32 \text{ мм}^2$$

$$F_3 = S \cdot b$$

$$F_3 = 10 \cdot 0,5 = 5$$

$$F_H = 20,44 + 32 + 5 = 57,44 \text{ мм}^2$$

Определим исходную глубину проплавления, мм:

$$h_p = 0,7 \cdot S - 0,5 \cdot b \quad (7)$$

$$h_p = 0,7 \cdot 10 - 0,5 \cdot 0,5 = 6,75 \text{ мм}$$

Рассчитаем диаметр сварочной проволоки, d_3 :

$$d_3 = K_d \cdot F_{ni} \quad (8)$$

$$d_3 = (0,036 \div 0,16) \cdot 57,24 = 2,06 \div 9,16 \text{ мм}$$

$$K_d = 0,036 \div 0,16 \text{ [м.у. табл. 16]}$$

Из получившегося расчетного диапазона выбираем $d_3 = 4 \text{ мм}$

Определим величину сварочного тока, A :

$$I_{св} = h_p / K_h \cdot 100 \quad (9)$$

где K_h – коэффициент пропорциональности, величина которая зависит от условий проведения сварки. Значение коэффициента принимаем 1,1 [1, табл. 41].

					ДП 44.03.04.129. ПЗ	Лист
						21
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

$$I_{\text{св}} = 6,75/1,1 \cdot 100 = 614 \text{ А}$$

Принимаем сварочный ток равный $I_{\text{св}}=615 \text{ А}$.

Рассчитаем коэффициент наплавки, $\alpha^* \text{А/ч}$:

$$\alpha_{\text{н}} \approx \alpha_{\text{р}} = 6,8 + 0,0702 \cdot I_{\text{св}} \cdot d^{(-1,505)}, \text{ г*А/ч} \quad (10)$$

$$\alpha_{\text{н}} \approx \alpha_{\text{р}} = 6,8 + 0,0702 \cdot 615 \cdot 4^{(-1,505)} = 12,16, \text{ г*А/ч}$$

Определим вылет электрода, мм:

$$l_3 = 10 \cdot d_3 \pm 2d_3, \text{ мм} \quad (11)$$

$$l_3 = 10 \cdot 4 \pm 2 \cdot 4 = 40 \pm 8 \text{ мм}$$

Рассчитаем скорость сварки, $V_{\text{св}}$:

$$V_{\text{св}} = \frac{\alpha_{\text{н}} \cdot I_{\text{св}}}{3600 \cdot \rho \cdot F_{\text{н}}} \quad (12)$$

$$V_{\text{св}} = \frac{12,6 \cdot 615}{3600 \cdot 7,82 \cdot 0,57} = 0,48 \text{ см/с} = 17,3 \text{ м/ч}$$

где ρ - плотность свариваемого металла, для углеродистых и низколегированных сталей $\rho = 7,82 \text{ г/см}^3$;

$F_{\text{н}}$ - площадь наплавленного металла, см^2 .

Принимаем $V_{\text{св}}=17 \text{ м/ч}$

Определяем величину напряжения дуги, В:

$$U_{\text{д}} = 20 + (0,05/d^{0,5}) \cdot I_{\text{св}} \quad (13)$$

где d – диаметр электродной проволоки, мм.

					ДП 44.03.04.129. ПЗ	Лист
						22
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

$$U_d = 20 + (0,05/4^{0.5}) * 615 = 35,38 \text{ В}$$

Принимаем напряжение на дуге равным $U_d = 35 \text{ В}$.

Рассчитаем скорость подачи проволоки м/ч:

(14)

$$V_{\text{пп}} = \frac{4 * V_{\text{св}} * F_H (1 + 0,01 \Psi_{\text{пр}})}{\pi * d_3^2}$$

$$V_{\text{пп}} = \frac{4 * 17 * 57,44 * (1 + 0,01 * 1,9)}{3,14 * 4^2} = 80 \text{ м/ч}$$

Рассчитаем погонную энергию, Дж/см:

(15)

$$q_n = \frac{I_{\text{св}} * U_d * \eta}{V_{\text{св}}};$$

$$q_n = \frac{615 * 35 * 0,85}{0,48} = 38117 \frac{\text{Дж}}{\text{см}}$$

Рассчитаем плотность тока, А/мм²:

(16)

$$j = \frac{4 * I_{\text{св}}}{\pi * d_3^2}$$

$$j = \frac{4 * 615}{3,14 * 4^2} = 50 \text{ А/мм}^2$$

При плотности тока меньше 120 А/мм² у электрода большего диаметра глубина проплавления уменьшается и снижается риск прожога.

Коэффициент формы проплавления:

(17)

$$\Psi_{\text{пр}} = K' * (19 - 0,01 * I_{\text{св}}) * \frac{d_3 * U_d}{I_{\text{св}}}$$

					ДП 44.03.04.129. ПЗ	Лист
						23
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

где K' - коэффициент, при значении $j > 120 \text{ А/мм}^2$ $K' = 0,92$, при значении $j \leq 120 \text{ А/мм}^2$ рассчитывается по формуле:

$$K' = 0,367 * j^{0,1925} \quad (18)$$

$$K' = 0,367 * 50^{0,1925} = 0,77$$

$$\Psi_{\text{пр}} = 0,77 * (19 - 0,01 * 240) * \frac{4 * 35}{615} = 3,2$$

Проверка глубины проплавления, мм:

$$h = 0,076 \sqrt{\frac{q_n}{\Psi_{\text{пр}}}} \quad (19)$$

$$h = 0,076 \sqrt{\frac{38117}{3,2}} = 6,1 \text{ мм}$$

1.6 Определение механических свойств металла шва

Механические свойства шва определяются его химическим составом и условиями охлаждения. Основными механическими свойствами металла являются предел временного сопротивления разрыву, предел текучести и относительное удлинение. Уравнения для установления зависимости между механическими свойствами металла шва и химическим составом металла шва будут представлены ниже. Для учёта влияния скорости охлаждения на изменения свойств металла шва в эти уравнения необходимо ввести поправочные коэффициенты. Скорость охлаждения при температуре наименьшей устойчивости аустенита рассчитывается по уравнению академика Н.И. Рыкалина:

$$\omega_0 = 2\pi \cdot \lambda \cdot c \cdot \gamma \cdot \delta^2 \cdot \frac{(T_{\text{min}} - T_0)^3}{q_n^2} \quad (20)$$

где λ – коэффициент теплопроводности данной марки стали, Вт/см $^{\circ}\text{C}$;

					ДП 44.03.04.129. ПЗ	Лист
						24
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

c – удельная теплоемкость материала, Дж/г $^{\circ}\text{C}$;

γ – плотность материала, г/см 3 ;

δ – толщина свариваемого металла, см;

T_{\min} – температура наименьшей устойчивости аустенита, $^{\circ}\text{C}$;

T_0 – начальная температура нагрева изделия, $^{\circ}\text{C}$.

Сталь 10Г2С1 имеет следующие значения по этим показателям:

$\lambda=0,51$ Вт/см $^{\circ}\text{C}$;

$c=0,425$ Дж/г $^{\circ}\text{C}$;

$\gamma=7,85$ г/см 3 ;

$T_{\min}=550$ $^{\circ}\text{C}$;

$T_0=20$ $^{\circ}\text{C}$;

Проведем расчёт скорости охлаждения металла шва по формуле (20):

$$\omega_0 = 2 \cdot 3,1415 \cdot 0,51 \cdot 0,425 \cdot 7,85 \cdot 1^2 \cdot \frac{(550 - 20)^3}{38923,8^2} = 1,05 \text{ град/с}$$

Из графиков изменения относительных характеристик механических свойств металла шва в зависимости от скорости его охлаждения, определяем поправочные коэффициенты для каждой механической характеристики:

$K(\sigma_B) = 1,03$; $K(\sigma_T) = 1,05$; $K(\delta) = 0,95$

Предел временного сопротивления разрыву определяется по формуле:

$$\sigma_B = (4,8 + 50 \cdot C + 25,2 \cdot \text{Mn} + 17,5 \cdot \text{Si} + 23,9 \cdot \text{Cr} + 7,7 \cdot \text{Ni} + 17,6 \cdot \text{Cu} + 16,8 \cdot \text{Mo}) \cdot 10, \text{ МПа}; \quad (21)$$

$$\sigma_B = (4,8 + 50 \cdot 0,0728 + 25,2 \cdot 1,6669 + 17,5 \cdot 0,7706 + 23,9 \cdot 0,1202 + 7,7 \cdot 0,2734 + 17,6 \cdot 0,09) \cdot 10 = 514 \text{ МПа.}$$

С учётом поправочного коэффициента: $\sigma_B = 514 \cdot K(\sigma_B) = 514 \cdot 1,03 = 522$ МПа

					ДП 44.03.04.129. ПЗ	Лист
						25
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

Предел текучести определяется по формуле:

$$\sigma_T = 0,73 \cdot \sigma_B, \quad (22)$$

Проведем расчёт по формуле (22):

$$\sigma_T = 0,73 \cdot 514 = 325,22 \text{ МПа.}$$

С учётом поправочного коэффициента:

$$\sigma_T = 325,22 \cdot K(\sigma_B) = 325,22 \cdot 1,05 = 341 \text{ МПа}$$

Относительное удлинение определяется по формуле:

$$\delta = 50,4 - (21,8 \cdot C + 15 \cdot Mn + 4,9 \cdot Si + 2,4 \cdot Ni + 5,8 \cdot Cr + 6,2 \cdot Cu) + 2,7Mo, \% \quad (23)$$

Проведем расчёт по формуле (23):

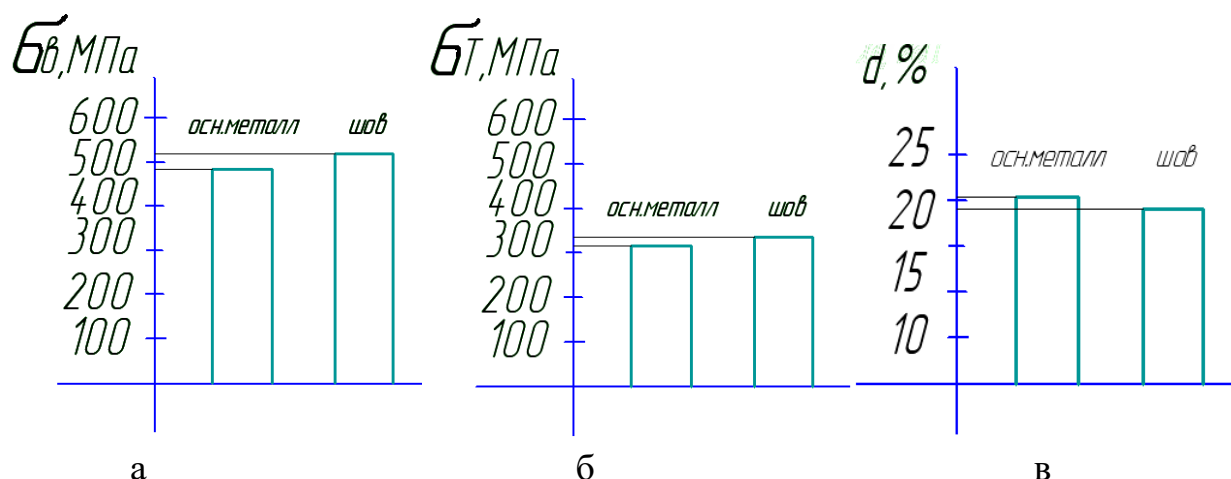
$$\delta = 50,4 - (21,8 \cdot 0,0728 + 15 \cdot 1,66 + 4,9 \cdot 0,77 + 2,4 \cdot 0,273 + 5,8 \cdot 0,12 + 6,2 \cdot 0,09) = 18,4\%$$

С учётом поправочного коэффициента:

$$\delta = 18,4 \cdot 0,95 = 18,1\%$$

Механические свойства шва считаются удовлетворительными, если они ниже механических свойств основного металла не более чем на 5%, и выше не более чем на 15% (допустим показатель относительного удлинения металла шва низкий более чем на 5% относительно основного металла).

					ДП 44.03.04.129. ПЗ	Лист
						26
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		



(а – предел временного сопротивления разрыву; б – предел текучести; в – относительное удлинение)

Рисунок 4 – Сравнение механических свойств основного металла и металла шва

$$\Delta\sigma_{\text{в}} = 100\% \cdot (520 - 485) / 485 = 6,7\%$$

$$\Delta\sigma_{\text{т}} = 100\% \cdot (341 - 320) / 320 = 6,1\%$$

$$\Delta\delta = 100\% \cdot (18,1 - 20,1) / 20,1 = -11,7\%$$

В результате сравнения механических свойств основного металла и металла шва было выяснено, что металл шва имеет удовлетворительные механические свойства и равнопрочен основному металлу.

1.7 Оборудование для сварки

Источник питания для сварки

Для проведения сборочных операций в качестве источника питания выбран выпрямитель сварочный тиристорный стационарный ВДУ-300 Урал.



Рисунок 5 – Сварочный выпрямитель ВДУ-300 Урал

Технические характеристики ВДУ – 300 Урал:

Номинальный сварочный ток, А (при ПН-100%)	315
Номинальное напряжение дуги, В	40
Пределы регулирования сварочного тока, А	30 - 350
Пределы регулирования рабочего напряжения, В	15 - 32
Напряжение холостого хода, В	85
Номинальное напряжение питающей сети, В	380
Номинальная частота, Гц	50
Потребляемая мощность, <u>кВА</u>	23
Габаритные размеры, мм	710 x 670 x 750
Масса, кг	190

В качестве *устройства подачи* проволоки выбран подающий механизм Урал – 3.



Рисунок 6 – Подающий механизм Урал – 3

Технические характеристики Урал – 3:

Номинальный сварочный ток, А.	500
Диаметр стальной порошковой электродной проволоки, мм	1,6-3,2
Диаметр сплошной электродной проволоки	0,8-2,0
Максимальная масса проволоки в кассете, кг	18
Скорость подачи электродной проволоки, м/мин	1,8-16,0
Габаритные размеры, не более, мм.	580x200x450
Масса (без проволоки, сварочных кабелей и горелки), не более, кг	8,8

Для автоматической сварки лонжерона был выбран *источник питания* построенный на базе инвертора PowerWave AC/DC 1000 он изображен на рисунке 7.



Рисунок 7 – Источник питания PowerWave AC/DC 1000

PowerWave AC/DC 1000 является первым источником сварочного тока, интегрирующим систему управления формой волны (эпюрой) сварочного тока (Waveform Technology™) с процедурой сварки под флюсом, включая и многодуговую сварку.

- Источник Power Wave AC/DC 1000 позволяет вести сварку как на постоянном токе любой полярности, так и на переменном токе (синусоидальной или прямоугольной формы волны) без каких бы то ни было дополнительных перекоммутаций.

- Источник сварочного тока Power Wave AC/DC 1000 построен на базе инвертора с очень высоким КПД (85%, при коэффициенте преобразования 95%) и оснащён цифровым управлением, позволяющим управлять формой сварочного тока по весьма сложному закону в реальном масштабе времени.

- Источник позволяет регулировать частоту и амплитуду, задавать параметры переменной и постоянной составляющих сварочного тока, чем достигается глубокое управление процессом сварки. Именно с помощью этих параметров оп-

					ДП 44.03.04.129. ПЗ	Лист
						30
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

тимизируется сварочная процедура, точно контролируется величина наплавки, глубина проплавления и скорость ведения шва.

- Благодаря модульной конструкции источника одна дуга может питаться от нескольких параллельно включенных источников — в тех случаях, когда требуется ток более 1000 ампер при 100% ПВ.

- При сварке многими дугами каждая дуга может питаться постоянным или переменным током, независимо от остальных дуг, а сдвиг фаз и выходная частота сварочного тока разных источников легко синхронизируются с помощью системного интерфейса. Таким образом удаётся достичь высокой производительности сварочных процедур и их высокой стабильности, существенно расширяя область применения сварки под флюсом.

- Так как источник питается от трехфазного напряжения, проблема балансировки нагрузки снимается, как не требуются и сложные схемы включения источников в сеть питания.

- Для сопряжения с пультом управления, контроллерами и другими периферийными устройствами используются цифровые интерфейсы ArcLink и DeviceNet.

- Для программирования формы волны сварочного тока, диагностики и конфигурирования системы, а также для мониторинга производства система может подключаться к компьютеру по сети Ethernet. Для тех же целей могут использоваться стандартные последовательные и ИК-порты.

- При отладке сварочной процедуры, а при необходимости и в процессе выполнения сварки изделий все сварочные параметры могут меняться по ходу процесса. При этом, однако, список изменяемых параметров и предел их изменения могут быть принудительно ограничены.

Технические характеристики источника питания:

Номинальный сварочный ток	1000 А
Номинальный режим работы (ПН)	100 %
Номинальное напряжение питающей сети	380/400/460/500/575 В

					ДП 44.03.04.129. ПЗ	Лист
						31
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

Пределы регулирования сварочного тока	10-1000 А
Номинальное рабочее напряжение	44 В
Габаритные размеры	1250x488x1174 мм
Масса, не более	363 кг
Число фаз	3 фазы

Сварочный автомат

В качестве сварочного автомата выбран автомат для дуговой сварки А-1416. Автомат А-1416 предназначен для электродуговой сварки или наплавки низкоуглеродистых и легированных сталей плавящимися электродами на постоянном токе с независимыми от параметров дуги скоростями сварки и подачи электродной проволоки, плавным изменением сварочного напряжения.

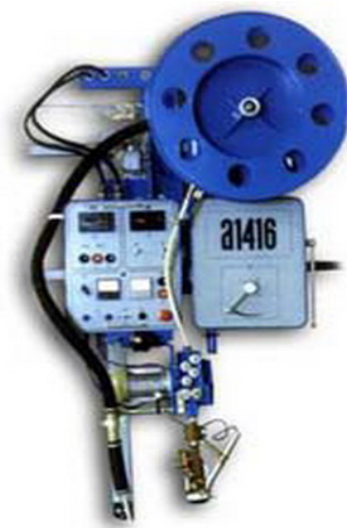


Рисунок 8 – Автомат для дуговой сварки А-1416

Технические характеристики сварочного автомата:

Номинальное напряжение питающей сети	380 В
Номинальный сварочный ток при ПВ=100%	1000 А
Количество электродов	1 шт.
Диаметр электродной проволоки	2-5 мм

					ДП 44.03.04.129. ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		32

Диапазон регулирования скорости подачи проволоки	47-509 м/ч
Диапазон регулирования скорости сварки (ступенчатый)	12-120 м/ч
Вертикальное перемещение сварочной головки:	
Ход	250 мм
Скорость	0,49 м/ч
Поперечное перемещение сварочной головки:	
Ход	±75мм
Скорость	от руки
Регулирование угла наклона электрода (мундштука)	±25град
Маршевая скорость перемещения наплавочной головки	950 м/ч
Флюсоаппаратура:	
Вместимость	25 дм ²
Расход воздуха	30м ³ /ч
Высота всасывания флюса	2м
Масса головки	295кг
Габаритные размеры головки	960x860x1860 мм

					ДП 44.03.04.129. ПЗ	Лист
						33
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

Кантователь сварочный

В качестве сварочного кантователя выбран ТХ1200 с дополнительной задней бабкой.



Рисунок 9 – Сварочный кантователь ТХ1200

Сварочный кантователь ТХ1200 высокой нагрузки предназначен для закрепления и перемещения деталей при сварке. Обеспечивает такую точность установки изделия, что положение стыка при сварке не превышает 20—25% поперечного размера площади пятна ввода теплоты в изделие (при сварке пол флюсом 1-2 мм).

Технические характеристики сварочного кантователя:

Номинальное напряжение питающей сети	380 В
Масса кантователя	560 кг
Диаметр планшайбы	500 мм
Номинальная нагрузка	1200 кг
Угол наклона	0-1150
Скорость вращения	0,1-1,3 мин-1

Описание работы установки

					ДП 44.03.04.129. ПЗ	Лист
						34
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

Для изготовления лонжерона была сконпонована установка для автоматизированной сварки под флюсом. Общий вид установки представлен на рисунке 10. В ее состав входят кантователь, направляющая балка, аппарат сварочный А-1416 и источник питания Power Wave AC/DC 1000.

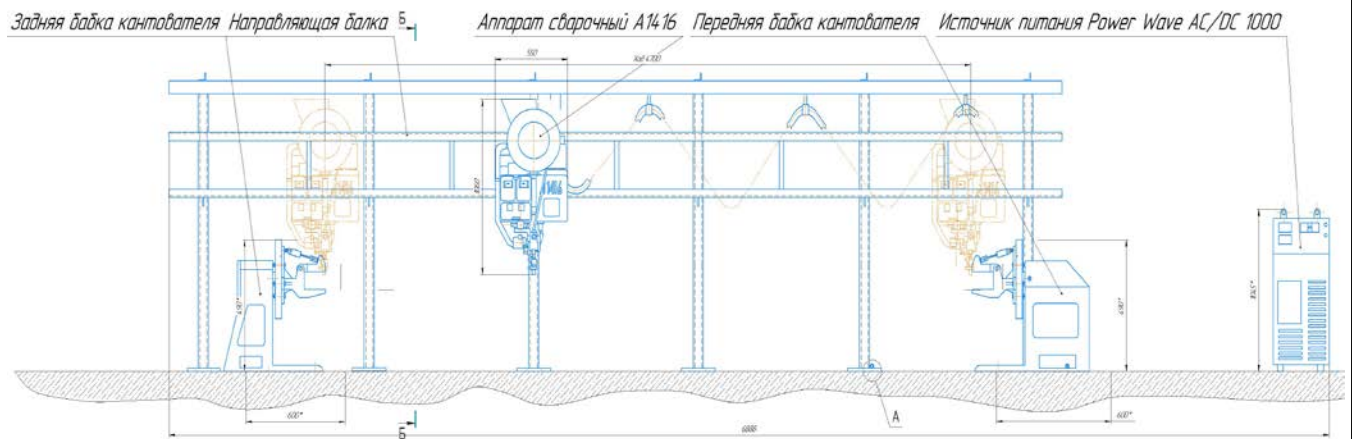


Рисунок 10 – Общий вид сварочной установки

Для сборки лонжерона используется сборочный стенд, он изображен на рисунке 11. Стенд состоит из рамы, направляющих и пневмоцилиндров.

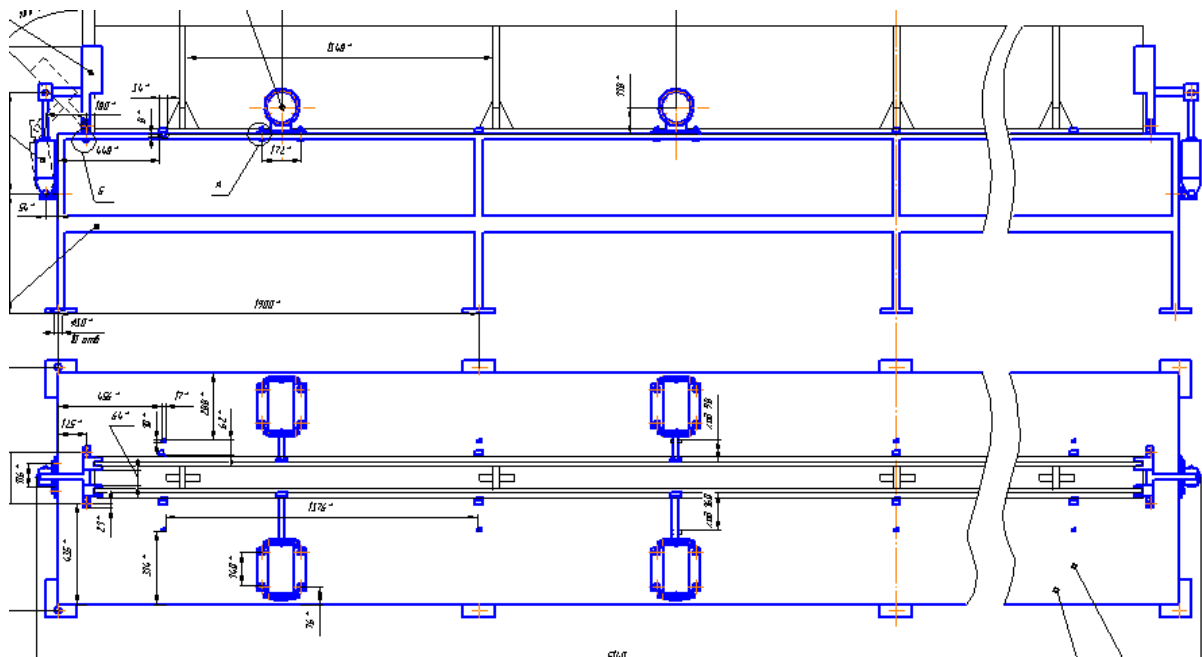


Рисунок 11 – Сборочный стенд

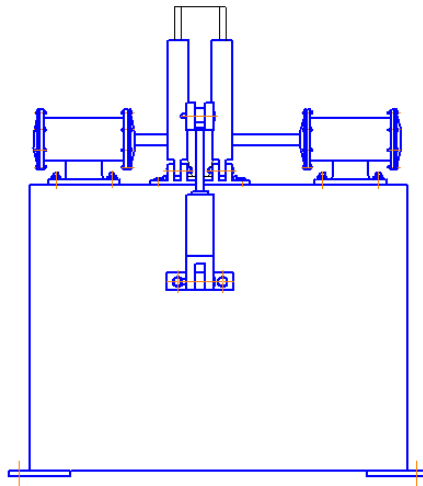


Рисунок 12 – Сборочный стенд, вид сбоку

После сборки на сборочном стенде заготовка с помощью цехового крана подается к сварочной установке, где происходит фиксация концов заготовки в патроне с пневмоприжимом кантователя.

С помощью кантователя заготовка устанавливается в положения для сварки «в лодочку» первого шва. Сварка под флюсом производится автоматом для дуговой сварки А-1416, который передвигается вдоль оси шва по специальным направляющим. При выполнении сварки последующих швов заготовка устанавливается в положение для сварки с помощью кантователя, а сварочный автомат устанавливается в нужное положение с помощью продольного перемещения вдоль оси шва по направляющим, а так же с помощью поперечного перемещения.

1.8 Ультразвуковой контроль изделия

Для контроля качества изделия применяется эхо-импульсный метод контроля.

Сущность эхо-импульсного метода контроля

Метод позволяет не только обнаружить внутренние (поверхностные) дефекты типа нарушения сплошности, но и определить глубину их залегания в тол-

					ДП 44.03.04.129. ПЗ	Лист
						36
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

ще материала, ориентацию и размеры. Метод применим для контроля изделий, изготовленных из любых материалов, в которых можно возбудить упругие колебания и получить эхо-сигнал от дна изделия.

При эхо-импульсном методе упругие колебания в изделие вводят с помощью специальных преобразователей. Основной элемент такого преобразователя, как правило, — пьезопластина.

В некоторый момент времени генератор радиоимпульсов возбуждает механические колебания пьезопластины искательной головки. Одновременно с возбуждением упругих колебаний пластины запускается развертка индикатора дефектоскопа. На экране электронно-лучевой трубки (ЭЛТ) вырабатывается зондирующий импульс. Упругие колебания, распространяясь в материале контролируемого объекта, достигают противоположной стороны изделия и, отразившись от нее, возвращаются к пьезопластине, возбуждая в ней механические колебания. В результате прямого пьезоэффекта на электродах пьезопластины возникает переменное напряжение, которое поступает на усилитель, а затем на вертикальные отклоняющие пластины ЭЛТ. На индикаторе дефектоскопа появляется импульс, называемый донным (от дна изделия).

Метод имеет следующие преимущества:

- 1 Высокая чувствительность
- 2 Простота реализации
- 3 Универсальность

Схема контроля и оборудование

Контроль выполняется через призматический искатель. Прозвучивание производится прямым лучом с одной поверхности соединения при перемещении искателя с боковой стороны шва.

					ДП 44.03.04.129. ПЗ	Лист
						37
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

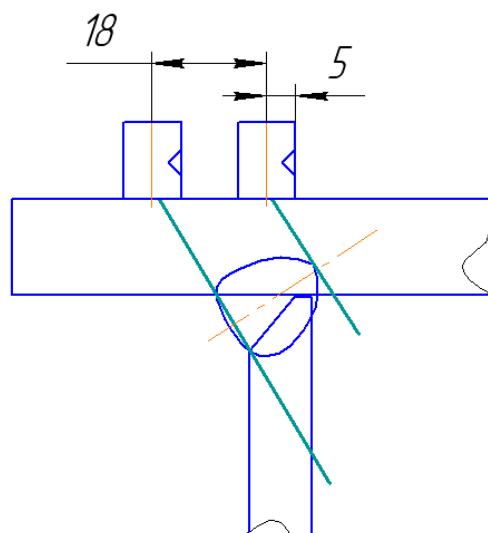


Рисунок 20 – Схема ультразвукового контроля

Чтобы обеспечить прозвучивание всей нижней половины шва, нужно вы-
полнить условие:

$$\operatorname{tg} \alpha_{\pi} \geq (B + 2n_0) / d \quad (24)$$

Проведем расчёт по формуле (35):

$$\alpha_{\pi} = \operatorname{arctg}((23 + 2 \cdot 5) / 10) = 61^{\circ},$$

$$L_{\min} = n_0 = 5 \text{ мм};$$

$$L_{\max} = d \cdot \operatorname{tg} \alpha_{\pi} \quad (25)$$

$$L_{\max} = 10 \cdot 1,8 = 18 \text{ мм};$$

Шаг сканирования равен радиусу пьезопластины (5мм).

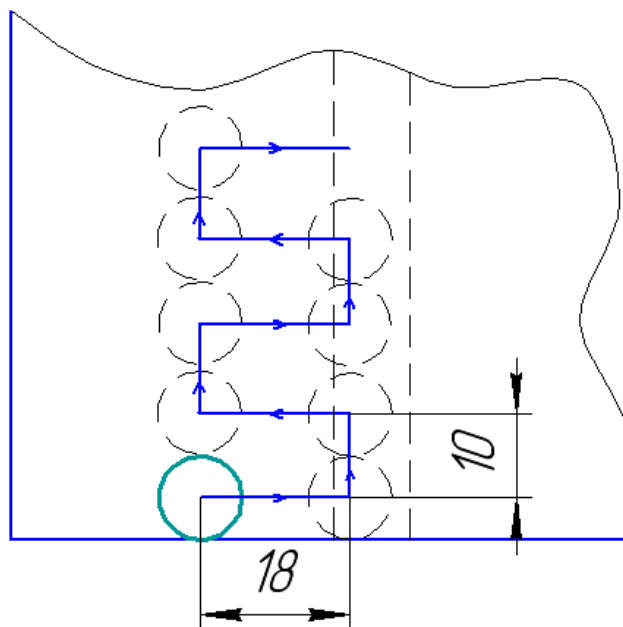


Рисунок 21 - Схема сканирования прямым лучом

Для толщины изделия 10 мм рекомендуемая частота УЗК $f=2,5; 5; 10$ МГц.

Для прямого луча выбираем искатель П121-2,5-65-М-002.

Используется дефектоскоп УД2-12 с возможностью записи результатов контроля в компьютер. В качестве контактирующей жидкости выбираем NORD-TEST US-A. Комплект стандартных образцов КОУ-2М по ГОСТ 14782-86, стандартные образцы V1 и V2 по ISO 7963, B.S. 2704, Д СТУ 4002-2000.

1.9 Технология сварки лонжерона

005 Комплектование

Выполнить комплектование деталей для сборки согласно спецификации:

Поз.1 Полка 4622x102x15 – 1 шт.

Поз.2 Полка 4622x218x15 – 1 шт.

Поз.2 Боковина 4622x290x10 – 2 шт.

010 Входной контроль

					ДП 44.03.04.129. ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		39

1 Выполнить контроль геометрических размеров деталей. Отклонения по длине изделия не более 2 мм, по ширине изделия не более 1 мм.

2 Выполнить контроль геометрических размеров скоса кромок согласно рисунка 3, одинаковый размер притупления $2^{+0,5}$ мм по всей длине детали.

015 Зачистка

Выполнить зачистку поверхности под сборку и сварку от окалины, ржавчины, грязи, масла согласно рисунка 14 (зачищать участки, выделенные толстой линией):

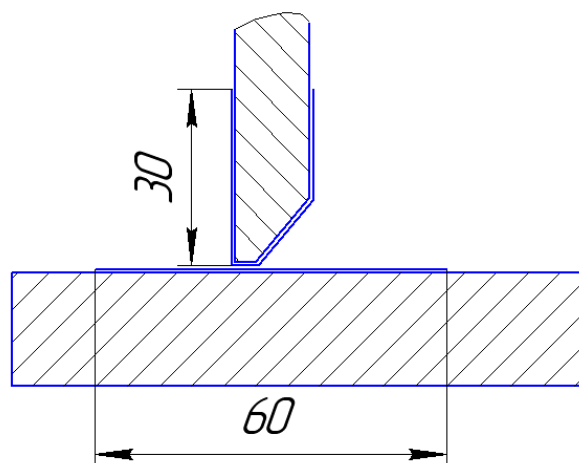


Рисунок 13 – Участки зачистки заготовок

Инструмент: пневмошлифовальная машина ИП-2106А.

020 Контроль

Выполнить контроль качества зачистки поверхности внешним осмотром. Недопустимо наличие загрязнений, ржавчины, масла.

025 Сборка

1 Установить полку поз.1 на сборочный стенд по упорам.

					ДП 44.03.04.129. ПЗ	Лист
						40
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

2 Установить боковины поз.3 на полку поз.1 по направляющим согласно рисунка 15.

3 Установить между боковин съемные диафрагмы.

4 Фиксация боковин с помощью пневматических прижимов.

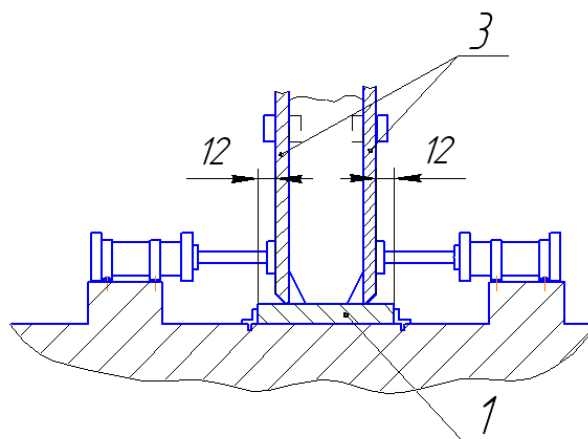


Рисунок 14 – Установка боковин на полку поз.1

5 Выполнить прихватки боковин с полкой (поз.1). Длина прихватки 50 ± 2 мм, расстояние между прихватками 200 ± 2 мм. Расстояние от края до первой прихватки не менее 200 ± 1 мм.

Оборудование: кран цеховой, выпрямитель сварочный ВДУ-300 Урал, Урал-3, щиток РНЭ-3 ГОСТ 12.4.035-78, Рукавицы Тр типа Е ГОСТ 12.4.010-75;

Материалы: проволока сварочная Св-08Г2С $d=1,6$ мм ГОСТ 2246-75, защитный газ К18 по ТУ 2114-004-00204760-99;

Параметры режима: $V_{пп}=50$ м/ч, $U_{св}=24$ В; $I_{св}=200$ А.

6 Освободить заготовку от пневматических прижимов, удалить съемные диафрагмы.

7 Кантовать заготовку.

8 Установить полку поз.2 на сборочный стенд по упорам.

9 Установить заготовку по направляющим на полку поз.2 согласно рисунка 9.

					ДП 44.03.04.129. ПЗ	Лист
						41
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

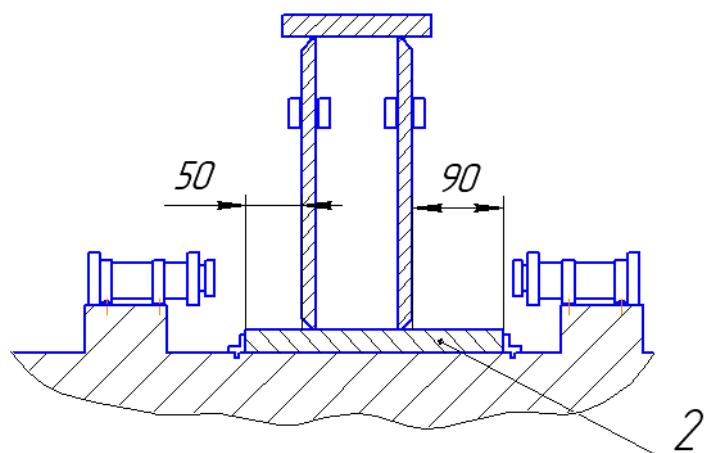


Рисунок 15 – Установка заготовки на полку поз.3

10 Повторить операцию 025.5

11 Снять заготовку со сборочного стенда.

Оборудование: кран цеховой, выпрямитель сварочный ВДУ-306, ПДГО-510, щиток РНЭ-3 ГОСТ 12.4.035-78, Рукавицы Тр типа Е ГОСТ 12.4.010-75;

Материалы: проволока сварочная Св-08Г2С d=1,6 мм ГОСТ 2246-75, защитный газ смесь К18 по ТУ 2114-004-00204760-99;

Параметры режима: $V_{пп}=50$ м/ч, $U_d=24$ В; $I_{св}=200$ А.

030 Зачистка

Выполнить зачистку прихваток и поверхности заготовки от шлаковой корки и брызг.

Инструменты: шабер;

молоток 7850-0122 Ц 15 ГОСТ 2310-77;

пневмошлифовальная машина ИП-2106А.

035 Контроль

Выполнить контроль качества выполнения прихваток внешним осмотром. Недопустимо наличие дефектов и загрязнений.

					ДП 44.03.04.129. ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		42

040 Транспортная

Переместить заготовку со сборочного стенда до кантователя

Оборудование: цеховой кран.

045 Слесарная

1 Установить заготовку в кантователь. Зафиксировать концы заготовок в пневматических прижимах патронов кантователя.

Оборудование: цеховой кран.

2 Установить заготовку в положение «в лодочку» с помощью кантователя сварочного для выполнения шва №1 согласно рисунка 17. Схема наложения швов согласно рисунка 16

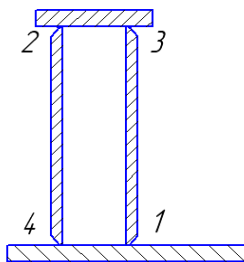


Рисунок 16 – Порядок наложения швов

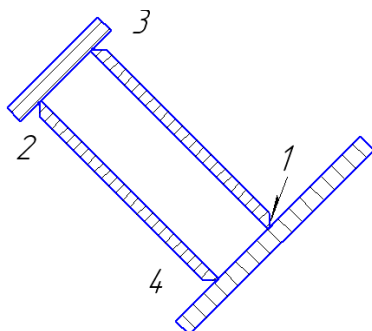


Рисунок 17 – Положение заготовки при сварки шва №1

Оборудование: кантователь сварочный.

3 При выполнении швов №2-4 установить флюсоудерживающее устройство согласно рисунка 18.

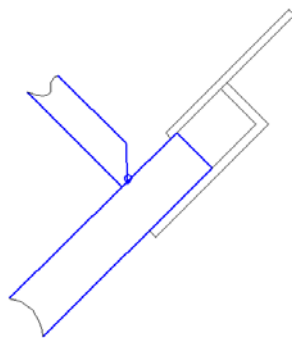


Рисунок 18 – Флюсоудерживающее устройство

050 Сварка

1 Выполнить автоматизированную дуговую сварку под флюсом шва №1 Т7 по ГОСТ 8713-79.

Параметры режима: $I_{св}=615$ А;

$U_{св} = 35$ В;

$V_{св} = 17$ м/ч;

$V_{III} = 80$ м/ч;

$d_{пр} = 4$ мм.

Оборудование: установка для сварки.

Материалы: сварочная проволока Св-08Г2С $d=4$ мм по ГОСТ 2246-70;

Флюс сварочный АН-47 по ГОСТ 9087-81.

055 Кантовка

Выполнить кантовку заготовки в положение для сварки шва №2. Схема кантовки согласно рисунку 20.

					ДП 44.03.04.129. ПЗ	Лист
						44
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

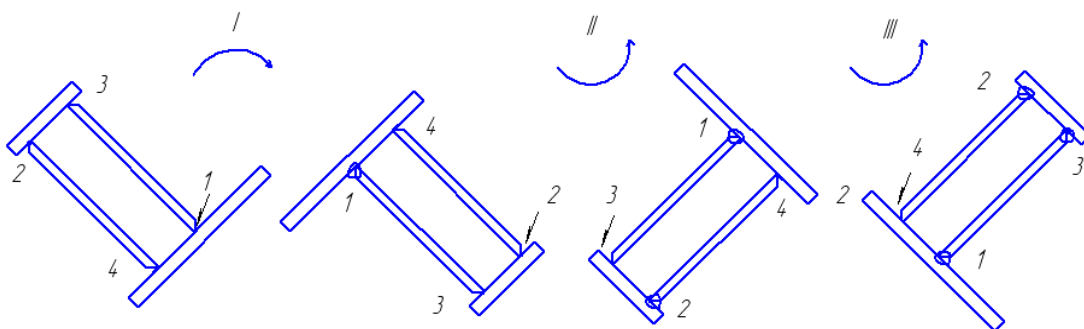


Рисунок 19 – Схема кантовки

Оборудование: кантователь сварочный.

060 повторить операцию 050

065 повторить операцию 055

070 повторить операцию 050

075 повторить операцию 055

080 повторить операцию 050

085 Зачистка

Выполнить зачистку швов от шлаковой корки.

Инструменты: шабер;

молоток 7850-0122 Ц 15 ГОСТ 2310-77;

пневмошлифовальная машина ИП-2106А;

очки защитные ГОСТ 12.4.010-75;

респиратор РМП-62 ТУ 1-01-0517-78.

090 Контроль

					ДП 44.03.04.129. ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		45

1 Выполнить контроль геометрических параметров сварного шва.

Инструменты: угольник УШ-2-250 ГОСТ 3749-77;

линейка 300мм ГОСТ 427-75;

набор катетометров;

2 Выполнить контроль геометрических параметров изделия согласно рисунка 1. Отклонение от размеров по ширине и высоте изделия не более 1 мм, по длине не более 2 мм.

3 Выполнить ультразвуковой контроль сварных швов в объеме 100%.

Схема контроля согласно рисунка 21.

Оборудование: пневмошлифовальная машина ИП-2106А;

ультразвуковой дефектоскоп УД 2-12;

кисть.

Материалы: жидкость пропиленгликоль; ветошь.

095 Маркировка

Выполнить маркировку изделия.

Инструмент: молоток 7850-0122 Ц 15 ГОСТ 2310-77;

комплект клейм Г24 ГОСТ 25726-83 буквенные и цифровые.

					ДП 44.03.04.129. ПЗ	Лист
						46
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

2 Методический раздел

В технологической части разработанного дипломного проекта разработана технология сборки и сварки лонжерона. В процессе разработки предложена замена полуавтоматической электродуговой сварки лонжерона на *автоматическую электродуговую сварку*. Для осуществления данного технологического процесса разработана технология, предложена замена сборочного и сварочного оборудования на более современное, что позволяет использование сварочных роботов для производства процесса сварки. Реализация разработанной технологии предполагает подготовку рабочих, которые могут осуществлять эксплуатацию, наладку, обслуживание и ремонт предложенного оборудования.

К сварочным работам по проектируемой технологии допускаются рабочие по профессии «Оператор автоматической сварки плавлением» уровень квалификации 3. В базовой технологии работы выполнялись рабочими по профессии «Сварщик частично механизированной сварки плавлением» (4-го разряда), в связи с этим целесообразно разработать программу переподготовки рабочих сварочной специализации и провести данную программу в рамках промышленного предприятия.

Для разработки программы переподготовки необходимо изучить и проанализировать такие нормативные документы как Профессиональные стандарты. *Профессиональный стандарт* является новой формой определения квалификации работника по сравнению с единым тарифно-квалификационным справочником работ и профессий рабочих и единым квалификационным справочником должностей руководителей, специалистов и служащих.

2.1 Сравнительный анализ Профессиональных стандартов

В данном случае рассмотрим следующие профессиональные стандарты:

					ДП 44.03.04.129. ПЗ	Лист
						47
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

1. Профессиональный стандарт «Сварщик» (код 40.002, рег. № 14, приказ Минтруда России № 701н от 28.11.2013 г., зарегистрирован Минюстом России 13.02.2014г., рег. № 31301) [11].

2. Профессиональный стандарт «Сварщик-оператор полностью механизированной, автоматической и роботизированной сварки» (код 40.109, рег. № 664, Приказ Минтруда России № 916н от 01.12.2015 г., зарегистрирован Минюстом России 31.12.2015 г., рег. № 40426) [12].

На первом этапе рассмотрим функциональную карту видов трудовой деятельности по профессии «Сварщик частично механизированной сварки плавлением» (4-го разряда), так как в базовой технологии сварочные работы осуществляются с применением полуавтоматической сварки в среде защитных газов.

В таблице 4 приведены выписки из Профессиональных стандартов, характеризующие трудовые функции рабочих профессий: «Сварщик частично механизированной сварки плавлением» (4-го разряда) и «Оператор автоматической сварки плавлением».

Таблица 4 – Функциональные характеристики рабочих профессий «Сварщик частично механизированной сварки плавлением» (4-го разряда) и «Оператор автоматической сварки плавлением»

Характеристики	Сварщик частично механизированной сварки плавлением	Оператор автоматической сварки плавлением
1	2	3
Трудовая функция	<p>Частично механизированная сварка (наплавка) плавлением сложных и ответственных конструкций (оборудования, изделий, узлов, трубопроводов, деталей) из различных материалов (сталей, чугуна, цветных металлов и сплавов) предназначенных для работы под давлением, под статическими, динамическими и вибрационными нагрузками.</p> <p>Проверка работоспособности и исправности сварочного оборудования для частично механизированной сварки (наплавки) плавлением, настройка сварочного оборудования для частично механизированной сварки (наплавки) плавлением</p>	<p>Полностью механизированная и автоматическая сварка плавлением металлических материалов. Изучение производственного задания, конструкторской и производственно-технологической документации.</p> <p>Подготовка рабочего места и средств индивидуальной защиты.</p>

Продолжение таблицы 4

1	2	3
Трудовые действия	<p>с учетом его специализированных функций (возможностей).</p> <p>Выполнение частично механизированной сварки (наплавки) плавлением сложных и ответственных конструкций с применением специализированных функций (возможностей) сварочного оборудования. Контроль с применением измерительного инструмента сваренных частично механизированной сваркой (наплавкой) сложных и ответственных конструкций на соответствие геометрических размеров требованиям конструкторской и производственно-технологической документации по сварке.</p> <p>Исправление дефектов частично механизированной сваркой (наплавкой).</p>	<p>Подготовка сварочных и свариваемых материалов к сварке. Проверка работоспособности и исправности сварочного оборудования.</p> <p>Сборка конструкции под сварку с применением сборочных приспособлений и технологической оснастки.</p> <p>Контроль с применением измерительного инструмента подготовленной под сварку конструкции на соответствие требованиям конструкторской и производственно-технологической документации. Выполнение полностью механизированной или автоматической сварки плавлением.</p> <p>Извлечение сварной конструкции из сборочных приспособлений и технологической оснастки.</p> <p>Контроль с применением измерительного инструмента сварной конструкции на соответствие требованиям конструкторской и производственно-технологической документации.</p> <p>Исправление дефектов сварных соединений, обнаруженных в результате контроля.</p> <p>Контроль исправления дефектов</p>

					ДП 44.03.04.129. ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		49

Продолжение таблицы 4

1	2	3
		сварных соединений.
Необходимые умения	<p>Проверять работоспособность и исправность сварочного оборудования для частично механизированной сварки (наплавки) плавлением, настраивать сварочное оборудование для частично механизированной сварки (наплавки) плавлением с учетом его специализированных функций (возможностей).</p> <p>Владеть техникой частично механизированной сварки (наплавки) плавлением во всех пространственных положениях сварного шва сложных и ответственных конструкций. Пользоваться конструкторской, производственно-технологической и нормативной документацией для выполнения данной трудовой функции.</p> <p>Исправлять дефекты частично механизированной сваркой (наплавкой).</p>	<p>Определять работоспособность, исправность сварочного оборудования для полностью механизированной и автоматической сварки плавлением и осуществлять его подготовку.</p> <p>Применять сборочные приспособления для сборки элементов конструкции (изделий, узлов, деталей) под сварку.</p> <p>Пользоваться техникой полностью механизированной и автоматической сварки плавлением металлических материалов.</p> <p>Контролировать процесс полностью механизированной и автоматической сварки плавлением металлических материалов</p> <p>Контролировать процесс полностью механизированной и автоматической сварки плавлением и работу сварочного оборудования для своевременной корректировки режимов в случае отклонений параметров процесса сварки, отклонений в работе оборудования или при неудовлетворительном качестве сварного соединения.</p> <p>Применять измерительный инструмент для контроля</p>

Продолжение таблицы 4

1	2	3
		<p>собранных и сваренных конструкций (изделий, узлов, деталей) на соответствие требованиям конструкторской и производственно-технологической документации.</p> <p>Исправлять выявленные дефекты сварных соединений.</p>
Необходимые зна-	<p>Специализированные функции (возможности) сварочного оборудования для частично механизированной сварки (наплавки) плавлением. Основные типы, конструктивные элементы и размеры сварных соединений сложных и ответственных конструкций, выполняемых частично механизированной сваркой (наплавкой) плавлением.</p> <p>Основные группы и марки материалов сложных и ответственных конструкций, свариваемых частично механизированной сварки(наплавки) плавлением.</p> <p>Сварочные (наплавочные) материалы для частично механизированной сварки (наплавки) плавлением сложных и ответственных конструкций.</p> <p>Техника и технология частично механизированной сварки (наплавки) плавлением сложных и ответственных конструкций во всех пространственных положениях сварного шва.</p> <p>Методы контроля и испытаний ответственных сварных конструкций.</p> <p>Порядок исправления дефектов сварных швов. проволокой с флюсовым наполнителем в инертном газе (132, MIG-сварка); сварка дуговая порошковой проволокой с металлическим наполнителем в инертном газе (133, MIG-сварка); сварка дуговая сплошной проволокой в активном газе (135, MAG-сварка); сварка дуговая порошковой проволокой с флюсовым наполнителем в активном газе (136, MAG-сварка); сварка дуговая порошковой проволокой с металлическим наполнителем в</p>	<p>Основные типы, конструктивные элементы и размеры сварных соединений, выполняемых полностью механизированной и автоматической сваркой плавлением, и назначение и условия работы контрольно-измерительных приборов.</p> <p>Виды и назначение сборочных, технологических приспособлений и оснастки, используемых для сборки конструкции под полностью механизированную и автоматическую сварку плавлением.</p> <p>Основные группы и марки материалов, свариваемых полностью механизированной и автоматической сваркой плавлением. Сварочные материалы для полностью механизированной и автоматической сварки плавлением.</p> <p>Требования к сборке конструкции под сварку.</p>

Продолжение таблицы 4

1	2	3
	активном газе (138, MAG-сварка); сварка плазменная плавящимся электродом в инертном газе (151, Plasma MIG сварка).	<p>Технология полностью механизированной и автоматической сварки плавлением.</p> <p>Требования к качеству сварных соединений; виды и методы контроля. Виды дефектов сварных соединений, причины их образования, методы предупреждения и способы устранения. Правила технической эксплуатации электроустановок. Нормы и правила пожарной безопасности при проведении сварочных работ. Правила эксплуатации газовых баллонов. Требования охраны труда, в том числе на рабочем месте.</p>
Характеристики выполняемых работ:	<p>Область распространения частично механизированной сварки (наплавки) плавлением в соответствии с данной трудовой функцией:</p> <p>сварочные процессы в соответствии с ГОСТ Р ИСО 4063-2010, выполняемые сварщиком вручную и с механизированной подачей проволоки: сварка дуговая порошковой самозащитной проволокой (114); сварка дуговая под флюсом сплошной проволокой (121); сварка дуговая под флюсом порошковой проволокой с флюсовым наполнителем в инертном газе (132, MIG-сварка); сварка дуговая порошковой проволокой с металлическим наполнителем в инертном газе (133, MIG-сварка); сварка дуговая сплошной проволокой в активном газе (135, MAG-сварка); сварка дуговая порошковой проволокой с флюсовым наполнителем в активном газе (136, MAG-сварка); сварка дуговая порошковой проволокой с металлическим</p>	

					ДП 44.03.04.129. ПЗ	Лист
						52
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

Окончание таблицы 4

1	2	3
Характеристики выполняемых работ:	<p>наполнителем в активном газе (138, MAG-сварка); сварка плазменная плавящимся электродом в инертном газе (151, Plasma MIG сварка); прихватка элементов конструкции частично механизированной сваркой плавлением во всех пространственных положениях сварного шва;</p> <p>частично механизированная сварка (наплавка) плавлением сложных и ответственных конструкций (оборудования, изделий, узлов, трубопроводов, деталей) из различных материалов (сталей, чугуна, цветных металлов и сплавов), предназначенных для работы под давлением, под статическими, динамическими и вибрационными нагрузками;</p> <p>наплавка простых и сложных инструментов, баллонов и труб, дефектов деталей машин и механизмов;</p> <p>исправление дефектов сваркой</p>	

Вывод: результатом сравнения функциональных карт рабочих по профессиям «Сварщик частично механизированной сварки плавлением» (4-го разряда) и «Оператор автоматической сварки плавлением» является следующее:

Необходимые знания:

- оборудование автоматической и механизированной дуговой сварки его типы, устройство, основные технические характеристики, правила его обслуживания и управления;
- устройство различных сварочных автоматов;
- основы электротехники в пределах выполняемых работ;
- марки и типы сварочных материалов;
- способ испытания сварных швов;
- виды дефектов в сварных швах и методы их предупреждения и устранения;
- влияние режимов сварки на геометрию сварного шва.

					ДП 44.03.04.129. ПЗ	Лист
						53
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

Уметь выполнять следующие виды работ:

- автоматическую и полуавтоматическую сварку сложных строительных конструкций;
- производить автоматическую и механизированную сварку во всех пространственных положениях сварного шва узлов, конструкций и трубопроводов из углеродистых и конструкционных сталей;
- автоматическую и механизированную наплавку сложных деталей, механизмов, конструкций.
- владеть техникой полностью механизированной и автоматической сварки.
- контролировать процесс полностью механизированной и автоматической сварки плавлением и работу сварочного оборудования.
- применять измерительный инструмент для контроля собранных и сваренных конструкций.
- исправлять выявленные дефекты сварных соединений.

На основании выявленного сравнения возможно разработать содержание краткосрочной подготовки по профессии «Оператор автоматической сварки плавлением» и провести данную работу в рамках промышленного предприятия без отрыва от производства.

2.2 Разработка учебного плана переподготовки по профессии «Оператор автоматической сварки плавлением»

В соответствии с рекомендациями Института развития профессионального образования учебный план для переподготовки рабочих предусматривает наименование и последовательность изучения предметов, распределение времени на теоретическое и практическое обучение, консультации и квалификационный экзамен. Теоретическое обучение при переподготовке рабочих содержит экономический, общепромышленный и специальный курсы. Соотношение учебного времени

					ДП 44.03.04.129. ПЗ	Лист
						54
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

на теоретическое и практическое обучение при переподготовке определяется в зависимости от характера и сложности осваиваемой профессии, сроков и специфики профессионального обучения рабочих. Количество часов на консультации определяется на местах в зависимости от необходимости этой работы. Время на квалификационный экзамен предусматривается для проведения устного опроса и выделяется из расчета до 15 минут на одного обучаемого. Время на квалификационную пробную работу выделяется за счет практического обучения.

Исходя из сравнительного анализа квалификационных характеристик и рекомендаций Института развития профессионального образования, разработан учебный план переподготовки рабочих по профессии «Оператор автоматической сварки плавлением», который представлен в таблице 5. Продолжительность обучения 2 месяца.

Таблица 5 - Учебный план переподготовки рабочих по профессии «Оператор автоматической сварки плавлением» 4-го квалификационного разряда

Номер раздела	Наименование разделов тем	Количество часов всего
1. ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОБУЧЕНИЕ		104
1.1	Основы экономики отрасли	6
1.2	Материаловедение	6
1.3	Основы электротехники	4
1.4	Чтение чертежей	4
1.5	Спецтехнология	84
2. ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ОБУЧЕНИЕ		244
2.1	Упражнения по автоматической сварке и наплавке несложных деталей в сварочных мастерских	72
2.2	Работа на предприятии	172
	Консультации	6
	Квалификационный экзамен	8
	ИТОГО	342

Реализация разработанного учебного плана осуществляется отделом технического обучения предприятия.

2.3 Разработка учебной программы предмета «Спецтехнология»

Основной задачей теоретического обучения является формирование у обучаемых системы знаний об основах современной техники и технологии производства, организации труда в объеме, необходимом для прочного овладения профессией и дальнейшего роста профессиональной квалификации рабочих, формировании ответственного отношения к труду и активной жизненной позиции. Программа предмета «Спецтехнология» разрабатывается на основе квалификационной характеристики, учебного плана переподготовки и учета требований работодателей.

Таблица 6 – Учебная программа предмета «Спецтехнология»

№ п/п	Наименование темы	Кол-во часов
1	Источники питания	6
2	Стандартное механическое оборудование	6
3	Оборудование для дуговой автоматической сварки под слоем флюса	24
3.1	Общие сведения и квалификация сварочных автоматов	4
3.2	Устройство и основные узлы сварочных автоматов	4
3.3	Электрические схемы автоматов	6
3.4	Типовые конструкции сварочных автоматов	6
3.5	Техническое обслуживание автоматов	4
4	Технология автоматической сварки под слоем флюса	36
4.1	Особенности автоматической сварки под слоем флюса	10
4.2	Особенности сварки углеродистых и низколегированных сталей	10
4.3	Выполнение сварки во всех пространственных положениях сварного шва	8
4.4	Режимы автоматической сварки под слоем флюса	8
5	Контроль качества сварных швов	6
6	Охрана труда	6

В данной программе предусматривается изучение технологии и техники автоматической сварки под слоем флюса, устройства, работы и эксплуатации оборудования различных типов, марок и модификаций.

2.4 Разработка плана урока по теме «Оборудование для автоматической сварки под слоем флюса»

Тема урока по теме «Оборудование для автоматической сварки под слоем флюса»

Цели занятия:

Обучающая: формирование знаний об устройстве и основных узлах сварочных автоматов, на примере сварочного автомата А-1416, их назначении и принципах работы.

Развивающая: развивать техническое и логическое мышление, память, внимание.

Воспитательная: воспитывать интерес к выбранной профессии, ответственное и бережное отношение к оборудованию учебного кабинета

Тип урока: изложение нового материала.

Методы обучения: словесный, наглядный, объяснительно-иллюстративные методы.

Дидактическое обеспечение занятия:

- плакаты;
- Механизированное оборудование для производства сварных конструкций. Компетентностный подход: учебное пособие для вузов по направлению подготовки 051000.62 - Профессиональное обучение (машиностроение и материалобработка) [Гриф УМО]. [В 2 ч.] Ч. 1 / Е. М. Дорожкин, И. В. Осипова, Н. И. Ульяшин, Н. Н. Ульяшина. - Екатеринбург : Издательство РГППУ, 2014. - 168 с.

Структура урока:

1. Организационный момент;
2. Подготовка обучающихся к изучению нового материала;
3. Сообщение темы и цели занятия;
4. Актуализация опорных знаний;
5. Изложение нового материала;

					ДП 44.03.04.129. ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		57

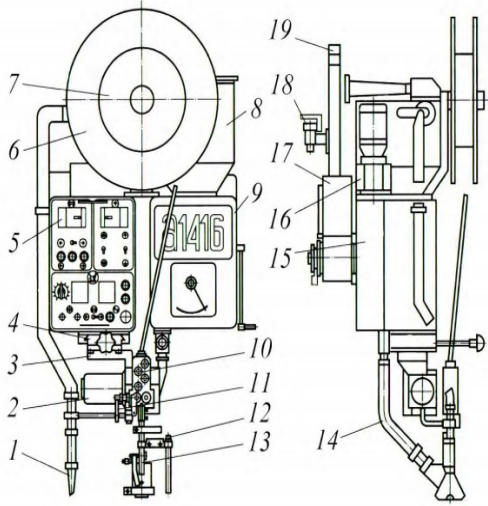
6. Первичное закрепление новых знаний;

7. Выдача домашнего задания.

Таблица – 7 План-конспект «Оборудование и технология дуговой автоматизированной и механизированной сварки»

Планы занятия, затраты времени	Содержание учебного материала	Методическая деятельность
1	2	3
Организационный момент 5 минут	Здравствуйте, прошу вас, садитесь, приготовьте тетради и авторучки. Староста назовите отсутствующих на занятии.	Приветствую обучающихся, проверяю явку и готовность к занятию.
Подготовка обучающихся к изучению нового материала 5 минут	Тема раздела сегодняшнего занятия «Оборудование для автоматической сварки под слоем флюса » Тема занятия: «Устройство и основные узлы сварочных автоматов» Цель нашего занятия: «Формирование знаний об устройстве и основных узлах сварочных автоматов, их назначение и принцип работы»	Сообщаю тему раздела и занятия, объясняю значимость изучения темы. мотивирую на продуктивность работы на занятии. Озвучиваю цель урока.
Актуализация опорных знаний 10 минут	Для того что бы приступить к изучению нового материала повторим ранее пройденный материал по вопросам: 1. Чем отличается аппарат для автоматической сварки от аппарата для механизированной сварки? 2. Почему применяют унифицированные узлы на полуавтоматах и автоматах? 3. Расскажите о системе обозначения аппаратов для автоматической сварки.	Предлагаю ответить на вопросы по желанию, если нет желающих- опрашиваю выборочно.

Продолжение таблицы 7

1	2	3
	 <p>Самоходный автомат марки А-1416 (ОАО КЗЭСО, Украина) предназначен для сварки под флюсом проволокой диаметром 2–5 мм при токе до 1000 А. В состав автомата входят: сопло 1 для сбора флюса, механизм 2 подачи проволоки с кронштейном 3, суппорт 4, панель управления 5, кассета 6 с тормозным устройством 7, флюсоаппарат 8 с флюсобункером 9, правильное устройство 10, прижимное устройство 11, светуказатель 12, токоподводящий мундштук 13, шланг 14 с флюсовой воронкой, штанга 15 с механизмом 16 подъема и тележка 17 с упорным роликом 18 и стойкой 19. Тележка 17 велосипедного типа имеет два колеса, одно из которых приводное, а другое холостое. От опрокидывания автомат удерживает ролик 18, установленный на стойке 19. Стойка используется для подвешивания сварочного провода и кабелей управления. Перемещение автомата обеспечивается тележкой с маршевой скоростью 950 м/ч или скоростью сварки 12–120 м/ч. Скорость сварки настраивается с помощью набора сменных шестерен и имеет 19 ступеней. Механизм подъема 16 с трехфазным асинхронным двигателем и винтовой передачей используется для настроечного вертикального перемещения штанги 15 с закрепленными на ней узлами автомата. На штанге размещен суппорт 4 поперечного перемещения с ручным винтовым приводом, предназначенный для установки электрода на стык свариваемых деталей. 5 Кассета 6 используется для размещения бухты электродной проволоки массой до 80 кг, имеет диск, снимаемый при заправке проволоки. Кассета крепится на автомате при помощи тормозного устройства 7, предотвращающего её самопроизвольное раскручивание, а также разматывание проволоки.</p>	

Окончание таблицы 7

1	2	3
	Проволока из кассеты проходит через четырехроликовое правильное устройство 10, где благодаря многократному пластическому деформированию выпрямляется. Сварочный автомат А-1416 Механизм 2 подачи сварочной проволоки закреплен на суппорте с помощью кронштейна 3, имеет трехфазный асинхронный двигатель и редуктор с набором из 12 пар сменных шестерен. Обеспечиваются 24 ступени регулирования скорости подачи проволоки в интервале 50–510 м/ч. Проволока прижимается к подающему ролику с помощью пружинного прижимного устройства 11, а далее следует в токоподводящий мундштук 13. Механизм подачи вместе с установленными на нем деталями может быть наклонен до 25°, что облегчает выполнение угловых швов. Контроль за движением автомата по стыку свариваемых деталей производится с помощью световказателя 12, закрепленного на мундштуке. Флюсоаппарат 8 всасывающего типа подключается к сети сжатого воздуха и служит для сбора неиспользованной части флюса соплом 1. Пересыпание флюса в бункер 9 выполняется при отпирании затвора с помощью 6 рукоятки. Подача флюса к месту сварки при открытой заслонке производится из бункера самотеком по шлангу 14 в воронку, закрепленную на мундштуке.	
Первичное закрепление материала 10 минут	<p>Теперь я прошу вас ответить на мои вопросы, для того что бы выяснить на сколько вы усвоили новый материал.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. По каким признакам классифицируются сварочные автоматы? 2. Каково назначение основных устройств сварочных автоматов 3. Для каких целей комплектуют автоматы консольно-поворотным устройством? 	Провожу фронтальный опрос обучающихся. Активизирую деятельность обучающихся, задавая вопросы по новому материалу. Остальных прошу следить за ответами, дополнять и делать вывод. Выставляю оценки в журнал.
Выдача домашнего задания 5 минут	Домашнее задание: Механизированное оборудование для производства сварных конструкций. Компетентностный подход: учебное пособие для вузов по направлению подготовки 051000.62 - Профессиональное обучение (машиностроение и материалобработка) [Гриф УМО]. [В 2 ч.] Ч. 1 / Е. М. Дорожкин, И. В. Осипова, Н. И. Ульяшин, Н. Н. Ульяшина. - Екатеринбург : Издательство РГППУ, 2014. - 168 с. . В тетради сделать таблицу «Технические характеристики сварочного автомата А-1416»	Инструктирую обучающихся по выполнению домашнего значения.

Методическая часть дипломного проекта раскрывает научно-обоснованную целенаправленную учебно-методическую работу преподавателя, которая обеспечивает единство планирования, организации и контроля качества усвоения нового содержания обучения в системе начального профессионального образования. Содержание технологического раздела дипломного проекта явилось составной частью методической разработки.

Методическая часть дипломного проекта является самостоятельной творческой деятельностью педагога профессионального образования. Выполнив методическую часть дипломного проекта:

- изучили и проанализировали квалификационную характеристику рабочих по профессии «Сварщик частично механизированной сварки»;
- составили учебный план для профессиональной переподготовки персонала, работающего на автоматических машинах;
- разработали тематический план предмета «Спецтехнология»;
- разработали план урока по предмету «Спецтехнология», в котором максимально использовали результаты разработки технологического раздела выпускной квалификационной работы;
- разработали план-конспект урока;
- разработали средства обучения для выбранного задания.

Считаю что данную разработку возможно использовать в процессе переподготовки рабочих по профессии «Оператор автоматической сварки плавлением», ее содержание способствует решению основной задачи профессионального образования – подготовки высококвалифицированных, конкурентоспособных кадров рабочих профессий.

					ДП 44.03.04.129. ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		61

Заключение

В настоящем дипломном проекте проанализирована технология изготовления лонжерона, в результате чего выбран высокопроизводительный способ сварки для автоматической сварки продольных швов лонжерона коробчатого сечения, обоснован выбор способа сварки и сварочных материалов. Для реализации предложенной технологии скомпонована установка для сборки и установка для сварки, в состав которой входит установка для сварки, сварочный автомат А-1416 источник питания ВДУ-1250 Урал, кантователь с приводной и не приводной опорами ТХ-1200.

В методическом разделе была разработана программа переподготовки рабочих по профессии «Сварщик частично механизированной сварки », в ней разработан учебный план, включающий теоретическое и практическое обучение. Разработан тематический план предмета теоретического обучения «Спецтехнология», из которого выбрана тема «Оборудования для автоматической сварки под слоем флюса», по которой разработан план-конспект урока. К данному уроку сделан плакат, на котором приведено устройство - сварочный автомат А-1416, снабженный источником питания PowerWave AC/DC 1000 и сварочным кантователем ТХ-1200.

Считаю, что разработанная технология может быть использована в рамках промышленного производства.

					ДП 44.03.04.129. ПЗ	Лист
						62
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 Акулов, А.И. Технология и оборудование сварки плавлением / А.И.Акулов, Г.А.Бельчук, В.П.Демянцевич.-М.: Машиностроение, 1977. – 432 с.
- 2 Теория сварочных процессов: учебник для вузов / А.В. Коновалов, А. С.Куркин, Э.Л.Макаров [и др.]; под ред. В.М.Неровного. — 2-е изд., испр. и доп. – М.: Изд-во МГТУ, 2007. - 752 с.
- 3 Климов, А.С. Роботизированные технологические комплексы и автоматические линии в сварке: учебное пособие [Электронный ресурс] / А.С. Климов, Н.Е. Машнин. – 2-е изд., испр. и доп. – СПб.: Лань, 2011. 240 с. : ил. <http://e.lanbook.com/books/> (Дата обращения 22.12.2012)
- 4 Зубченко, А.С. Марочник сталей и сплавов/ А.С. Зубченко, М.Д. Колосков. – М.: Машиностроение, 2003. – 784 с.
- 5 Гитлевич, А.Д. Механизация и автоматизация сварочного производства [Текст] / А.Д. Гитлевич, Л.А.Этингhoff. – М.: Машиностроение, 1972. – 280с.
- 6 Ковалев, В.В. Анализ хозяйственной деятельности предприятия / В.В.Ковалев, О.Н. Волкова. – М.: Проспект, 2008. – 424 с.
- 7 Учебная программа для повышения квалификации рабочих на производстве: учеб. Пособие. – Первоуральск: изд-во Первоур. АНО ЦПК Уралтермосвар, 2010. – 72 с. / А.Н. Кишмерешкин
- 8 Чуркин, Б.С. Экономика и управление производством: учеб. пособие / Б.С.Чуркин – Екатеринбург: изд-во Рос. гос. проф.-пед. ун-та, 1999. – 91 с.
- 9 Профессиональная педагогика: учебник для вузов [Гриф УМО] / под ред. С. Я. Батышева, А. М. Новикова. - 3-е изд., перераб. - М.: Ассоциация "Профессиональное образование", 2010. - 456 с.
- 10 Федулова, М.А Методические рекомендации по выполнению и организации выпускной квалификационной работы. Екатеринбург, ФГАОУ ВПО «Российский государственный профессионально-педагогический университет», 2016. 48 с./ М.А.Федулова, Д.Х.Билалов

11 Механизированное оборудование для производства сварных конструкций. Компетентностный подход: учебное пособие для вузов по направлению подготовки 051000.62 – Профессиональное обучение (машиностроение и материаловедение) [Гриф УМО]. [В 2ч.] Ч.1 / Е.М. Дорожкин, И.В. Осипова, Н.И. Ульяшин, Н.Н. Ульяшина. – Екатеринбург: Издательство РГПИУ, 2014. – 168с.

12 Приказ Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 8 сентября 2015г. №608н Об утверждении профессионального стандарта «Педагог профессионального обучения, профессионального образования и дополнительного профессионального образования» - Режим доступа: <http://base.garant.ru/71202838/>.

13 Профессиональный стандарт «Сварщик» (код 40.002. рег. №14. приказ Минтруда России №701н и от 28.11.2013 г., зарегистрирован Минюстом России 13.02.2014г., рег. №31301) [Электронный ресурс] – Электрон. Текстовые дан. – ООО «НПП «Гарант-Сервис»». 2019.
<http://ivo.garant.ru/#/document/70525014/paragraph/1:0>, свободный. – Загл. с Экрана. – Яз. Рус (обращения: 10.01.2019)

14 Профессиональный стандарт «Сварщик-оператор полностью механизированной автоматической и роботизированной сварки» (код 40.109. рег. №664, Приказ Минтруда России № 916н от 01.12.2015 г., зарегистрирован Минюстом России 31.12.2015г., рег. №40426) [Электронный ресурс] – Электрон. Текстовые дан. - ООО «НПП «Гарант-Сервис»», 2019. – Режим доступа: <http://ivo.garant.ru/#/document/71298726:0>, свободный. – Загл. с экрана на – Яз. Рус. (дата обращения: 10.01.2019)

15 Рекомендации к разработке учебных планов и программ для краткосрочной подготовки граждан по рабочим профессиям (основные требования) [Электронный ресурс] – Электрон. текстовые дан. – АО «Кодекс». 2018. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/420273739>, свободный. – Загл. с экрана. – Яз. рус. (дата обращения 10.01.2019)

					ДП 44.03.04.129. ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		64

16 ГОСТ 23118-99 Конструкции стальные строительные. Межгосударственный стандарт. Госстандарт России: Изд-во стандартов, 2000. – 25 с.

17 ГОСТ 12.2.061-8 ССБТ. Оборудование производственное. Общие требования к рабочим местам. – М.: Изд-во стандартов. 1993. -23 с.

18 ГОСТ 2246 – 70. Проволока стальная сварочная. Технические условия. – Введ. 1973-01-01. – М.: Межгосударственный стандарт: Стандартиформ. 2008 – 20 с.

19 ГОСТ Р ИСО 14175 – 2010. Газы и газовые смеси для сварки плавлением и родственных процессов. Материалы сварочные. – Введ. 2012-01-01. – М.: Национальный стандарт РФ: Стандартиформ. 2011. -14 с.

20 ГОСТ 14771 – 76. Дуговая сварка в защитном газе. Соединения сварные. Основные типы, конструктивные элементы и размеры. – Введ. 1977-07-01. – М.: Межгосударственный стандарт : ИПК Издательство стандартов. 2001. -39 с.

21 ГОСТ 3242 - 79. Соединения сварные. Методы контроля качества. - Введ. 1981-01-01. – М.: Госстандарт СССР: Изд-во стандартов, 1989. – 14 с.

22 ГОСТ 18442 - 80. Контроль неразрушающий. Капиллярные методы. Общие требования. - Введ. 1981-07-01. – М.: Межгосударственный стандарт: ИПК Издательство стандартов, 2005. – 16 с.

23 ГОСТ 11969-79 (СТ СЭВ 2856-81) Сварка плавлением. Основные положения и их обозначения (с Изменением N 1) ГОСТ 11969-79 Группа В00 Межгосударственный Стандарт Сварка Плавлением Основные положения и их обозначения Дата введения 1980-01-01. Постановлением Государственного комитета СССР по стандартам от 19 апреля 1979 г. N 1438 дата введения установлена 01.01.80 ВЗАМЕН ГОСТ 11969-66 ИЗДАНИЕ (октябрь 2002 г.) с Изменением N 1, утвержденным в мае 1982 г. (ИУС 8-82)

24 ГОСТ 11969-79 Сварка плавлением. Основные положения и их обозначения (СТ СЭВ 2856-81). ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР ПО УПРАВЛЕНИЮ КАЧЕСТВОМ ПРОДУКЦИИ И СТАНДАРТАМ. Москва ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ СОЮЗ АССР СВАРКА ПЛАВЛЕНИЕМ. Основные по-

					ДП 44.03.04.129. ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		65

ложения и их обозначения. ГОСТ 11969-79* (СТ СЭВ 2856-81). Взамен 11969-66 Постановлением Государственного комитета СССР по стандартам от 19 апреля 1979 г. № 1438. Срок действия установлен с 01.01.80.

25 ГОСТ 2246-70 Проволока стальная сварочная. Технические условия. ИЗДАТЕЛЬСТВО СТАНДАРТОВ Москва ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ СОЮЗА ССР. Технические условия ГОСТ 2246-70. Дата введения 01.01.73.

26 ГОСТ 9087-81 МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ. ФЛЮСЫ СВАРОЧНЫЕ ПЛАВЛЕННЫЕ. Технические условия ОКП 59 2951 1000 Дата введения 1982-01-01. РАЗРАБОТАН И ВНЕСЕН Академией наук УССР. УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Постановлением Государственного комитета СССР по стандартам от 6.05.81 N2605. ВЗАМЕН ГОСТ 9087-69, ГОСТ 5.1929-73

27 ГОСТ 8713-79 Сварка под флюсом. Соединения сварные. Основные типы. Конструктивные элементы и размеры. ИЗДАТЕЛЬСТВО СТАНДАРТОВ Москва ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ СОЮЗА ССР СВАРКА ПОД ФЛЮСОМ. СОЕДИНЕНИЯ СВАРНЫЕ Дата введения 01.01.81

28 ГОСТ 19281-89. Прокат из стали повышенной прочности. Общие технические условия (с Изменением N 1) ГОСТ 19281-89 (ИСО 4950-2-81, ИСО 4950-3-81, ИСО 4951-79, ИСО 4995-78, ИСО 4996-78, ИСО 5952-83) Группа В20 МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ ПРОКАТ ИЗ СТАЛИ ПОВЫШЕННОЙ ПРОЧНОСТИ. РАЗРАБОТАН И ВНЕСЕН Министерством черной металлургии СССР. УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Постановлением Государственного комитета СССР по стандартам от 28.09.89 N 2972

					ДП 44.03.04.129. ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		66